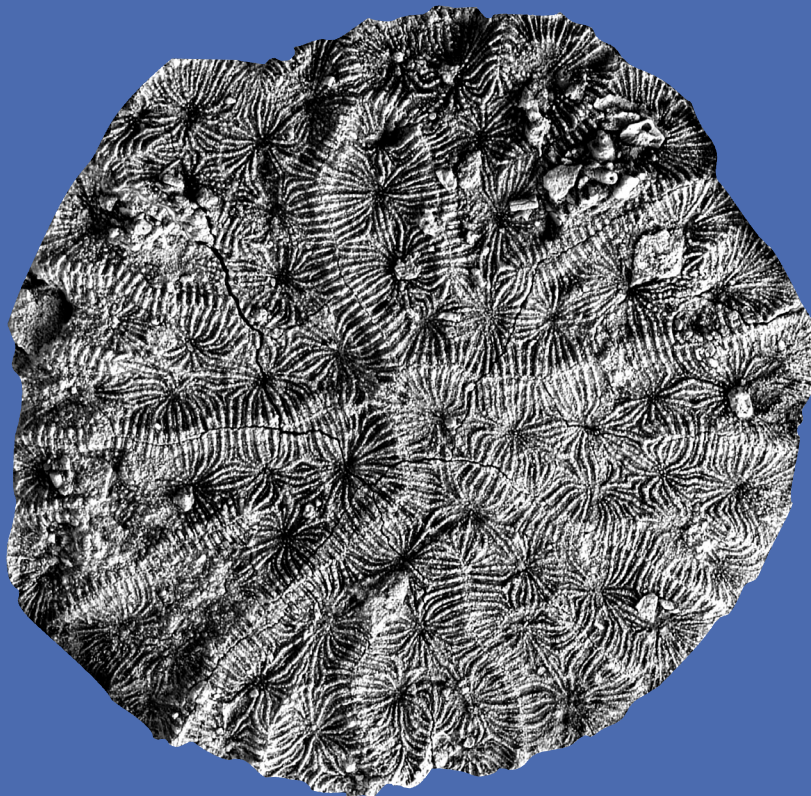


Zitteliana

An International Journal
of Palaeontology and Geobiology

Series A/Reihe A
Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung
für Paläontologie und Geologie

46



München 2006

Zitteliana

An International Journal of Palaeontology and Geobiology

Series A/Reihe A

Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Geologie

46

CONTENTS/INHALT

WOLF OHMERT

Radiolarien-Faunen und Obergrenze der Amden-Formation
(Coniacium – Santonium) im Tölzer Helvetikum (Oberbayern) 3

DHIRENDRA K. PANDEY & FRANZ T. FÜRSICH

Jurassic corals from the Shemshak Formation of the Alborz
Mountains, Iran 41

THORSTEN KOWALKE

Palaeoclimatic implications of continental saline and fresh water
mollusc communities of the Cenozoic Iberian Peninsula 75

GÜNTER SCHWEIGERT

The first cycloid arthropod from the Late Jurassic 85

HELGA BÁRA BARTELS-JÓNSDÓTTIR, KAREN LUISE KNUDSEN, JOACHIM SCHÖNFELD,
SUSANA LEBREIRO & FATIMA G. ABRANTES

Recent benthic foraminifera from the Tagus Prodelta and Estuary,
Portugal: microhabitats, assemblage composition and stable isotopes 91

SIMON SCHNEIDER & ALFRED SELMEIER

A silicified wood from the church of St. Laurentius in Zeholfing
(Bavaria, Germany) – an unusual link between archeology and
paleontology 105

Instructions for Authors/Hinweise für Autoren 111

Zitteliana	A 46	114 Seiten	München, 31.12.2006	ISSN 1612-412X
------------	------	------------	---------------------	----------------

Editors-in-Chief/Herausgeber: Michael Krings, Winfried Werner
Production and Layout/Bildbearbeitung und Layout: Martine Focke, Manuela Schellenberger

Editorial Board

A. Altenbach, München
B.J. Axsmith, Mobile, AL
F.T. Fürsich, Würzburg
K. Heißig, München
H. Kerp, Münster
J. Kriwet, Berlin
J.H. Lipps, Berkeley, CA
T. Litt, Bonn
O.W.M. Rauhut, München
B. Reichenbacher, München
J.W. Schopf, Los Angeles, CA
G. Schweigert, Stuttgart
F. Steininger, Frankfurt a.M.

Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Geologie
Richard-Wagner-Str. 10, D-80333 München, Deutschland
<http://www.palmuc.de/zitteliana>
email: zitteliana@lrz.uni-muenchen.de

Für den Inhalt der Arbeiten sind die Autoren allein verantwortlich.
Authors are solely responsible for the contents of their articles.

Copyright © 2006 Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Geologie, München

Die in der Zitteliana veröffentlichten Arbeiten sind urheberrechtlich geschützt.
Nachdruck, Vervielfältigungen auf photomechanischem, elektronischem oder anderem Wege
sowie die Anfertigung von Übersetzungen oder die Nutzung in Vorträgen, für Funk und Fernsehen
oder im Internet bleiben – auch auszugsweise – vorbehalten und bedürfen der schriftlichen Genehmigung
durch die Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Geologie, München.

ISSN 1612-412X

Druck: Gebr. Geiselberger GmbH, Altötting

Cover Illustration: Coral *Collignonastraea meandra* (D'ORBIGNY, 1850) from the Toarcian (Lower Jurassic) of the Kuh-e-Shisui area (Iran); PIW2004III 40. For details see PANDEY & FÜRSICH: Jurassic corals from the Shemshak Formation of the Alborz Mountains, Iran, pp. 41-74 in this issue.

Umschlagbild: Koralle *Collignonastraea meandra* (D'ORBIGNY, 1850) aus dem Toarcium (Unterjura) der Gegend um Kuh-e-Shisui (Iran); PIW2004III 40. Für weitere Informationen siehe PANDEY & FÜRSICH: Jurassic corals from the Shemshak Formation of the Alborz Mountains, Iran, S. 41–74 in diesem Heft.

Zitteliana	A46	3-40	4 Abb., 7 Taf.	München, 31.12.2006	ISSN 1612-412X
------------	-----	------	----------------	---------------------	----------------

Radiolarien-Faunen und Obergrenze der Amden-Formation (Coniacium – Santonium) im Tölzer Helvetikum (Oberbayern)

Von
Wolf Ohmert*

Ehebachstraße 10, 79379 Müllheim-Britzingen, Germany

Manuskripteingang 1. Juni 2006; akzeptiert in revidierter Fassung 2. September 2006.

Kurzfassung

Die obere Amden-Formation des bayerischen Helvetikums und ihre Grenze zum hangenden Stallauer Grünsandstein wurde an dessen Typlokalität auf 14 m aufgegraben, beprobt und die Mikrofaunen teilweise quantitativ erfaßt. Nach den pelagischen Foraminiferen ist das Profil in die Zone der *Dicarinella asymetrica* des höheren Santoniums einzustufen, in die auch die Basis des Stallauer Grünsandsteins fällt. Die reichen Foraminiferen-Faunen und erstmals auch die Ostracoden werden aufgelistet. Ihre Abfolge dokumentiert mehrere Rückgänge und Wiederbesiedlungen in dem flacher werdenden sublitoralen Ablagerungsraum. Diese Entwicklung unterbricht im unteren Profilteil ein größerer pelagischer Einbruch (event), mit dem eine relativ reiche Radiolarien-Fauna erscheint, die erstmals beschrieben und abgebildet wird. Darin dominieren die Pseudoaulophacidae, während in einer Radiolarien-Fauna aus dem oberen Coniacium (Zone der *Dicarinella concavata*) der Amden-Formation aus Kernbohrungen von Bad Tölz die Dactyliosphaeridae vorherrschen. In beiden Radiolarien-Faunen der Amden-Formation sind die polycystinen Nassellarien unterrepräsentiert, die dann in der Pattenau-Formation (Mittel-Campanium) desselben Gebiets absolut überwiegen.

Schlüsselwörter: Ober-Kreide, Coniacium–Santonium, Amden-Formation, Helvetikum, Oberbayern, Ostracoden, Foraminiferen, Radiolarien.

Abstract

The uppermost Amden-Formation of the Bavarian Helvetikum and its upper boundary to the Stallauer Grünsandstein was excavated at the type locality of the latter. More than 66 microfaunas were studied of the uppermost 14 meters of the section. Their age is determined as higher Santonian, zone of *Dicarinella asymetrica*, by means of the pelagic foraminifera, yielding the index species and *Sigalia carpatica*. Also the superjacent Stallauer Grünsandstein starts in the Santonian. The rich benthic foraminiferal fauna is listed for the first time as well as the about 40 species of ostracods. The microfaunas document several regressive events in the shallowing sublittoral succession. An important transgressive (pelagic) event intercalated in the

lower part of the section supplies a comparatively rich radiolarian fauna, studied for the first time. This fauna is dominated by the Pseudoaulophacidae. An older radiolarian fauna from the higher Coniacian (zone of *Dicarinella concavata*) of the Amden-Formation from a neighbouring borehole is dominated by the Dactyliosphaeridae. In the radiolarian assemblages of the Amden-Formation polysegmented nassellarians are poorly represented, whereas they become predominant in the middle Campanian Pattenau-Formation of the same region.

Key words: Upper Cretaceous, Coniacian – Santonian, Amden-Formation, Helvetikum, Bavaria, South-Germany, ostracods, foraminifera, radiolarians.

Résumé

La partie la plus haute de la Formation d'Amden en domaine du Helveticum bavarois a été dégagée à la longueur de 14 mètres et les microfaunes de 66 échantillons sont analysées en détail. L'âge se révèle Santonien supérieur selon les foraminifères planctoniques, Zone à *Dicarinella asymetrica*, contenant l'espèce indicatrice et *Sigalia carpatica*. De même le grès glauconitique sus-jacent, dit Stallauer Grünsandstein, s'installe ici à sa localité typique dans le Santonien. Les foraminifères benthiques ainsi que les 40 espèces d'ostracodes documentent dans cette coupe plusieurs événements régressifs dans un milieu sublittoral. Cet développement est interrompu par l'apparition d'une faune de radiolaires abondante avec les Pseudoaulophacidae prédominantes. Dans une faune différente de radiolaires du Coniacien supérieur, Zone à *Dicarinella concavata*, provenant de la Formation d'Amden d'un forage voisin, les Dactyliosphaeridae sont mieux représentées et de grande taille. Les radiolaires de cette formation sont étudiés et figurés pour la première fois. Une faune de radiolaires plus jeune, provenant du Campanien moyen, Formation de Pattenau, de la même région se distingue par les Nassellaria polycystines prédominantes.

Mots-clefs: Crétacée supérieur, Coniacien – Santonien, Formation d'Amden, Helveticum, Bavière, Allemagne du Sud, ostracodes, foraminifères, radiolaires.

*E-mail: wolf.ohmert@web.de

1. Einführung

Die helvetische Ober-Kreide ist am bayerischen Alpenrand steil aufgefaltet und vielfach in Schuppen zerlegt, so daß die stratigraphischen Grenzen vieler Schichtglieder gar nicht aufgeschlossen und ihre Mächtigkeiten unbekannt sind. Die Grenze Amden-Formation/ Stallauer Grünsandstein war bisher nirgends beobachtet worden. Auf der geologischen Karte des Tölzer Helvetikums (HESSE & STEPHAN 1991) wird man die Amden-Formation noch vergeblich suchen, weil sie als Grünsand-Übergangsschichten auskartiert ist. Letztere begleiten im Tölzer Helvetikum (W Bad Tölz) mehrere Geländerippen des Stallauer Grünsandsteins an seiner Typlokalität zwischen Stallauer- und Schellenbach. Dort hatte IMKELLER (1895/96) die Grünsand-Übergangsschichten als Hangendes des Stallauer Grünsandsteins ausgeschieden und sie aufgrund des Vorkommens von *Belemnites mucronata* SCHLOTHEIM in das Oberesen gestellt (IMKELLER 1901). VON STACKELBERG (1960: 8 f.) setzte sie entsprechend ihrem Alter mit den Pinswanger Schichten des unteren Ober-Campaniums von Neubauern a. Inn (HAGN 1953a) gleich. HAGN (1953b: 2, 1960: 189) stellte sie beide zum Nord-Helvetikum und zur Wang-Formation, für deren Basis er den Stallauer Grünsandstein ansah (1953b: 2). Später betrachtete HAGN (HAGN et al. 1981: 292) den Stallauer Grünsandstein als Vertretung der obersten Amden-Formation. Da er im Tölzer Helvetikum aber eine mindestens 30 m mächtige Kartiereinheit bildet (HESSE & STEPHAN, 1991: 77), kann er auch als eigene Formation angesehen werden. Die maximale Mächtigkeit der Grünsand-Übergangsschichten gab VON STACKELBERG (1960) mit 7 m auf der Nordseite des südlichsten Grünsandstein-Zuges am E-Hang des Schellenbachs an. Ein Schürfgraben, der an dieser Stelle 1970/71 vom Verf. angelegt wurde, blieb auch nach seiner Verlängerung auf 13,5 m in sandigen Mergeln, die teilweise in ihrer Konsistenz eher der Amden-Formation gleichen. Auch Proben, die dort 2005 bis 17 m N des Stallauer Grünsandsteins entnommen wurden, brachten dasselbe Ergebnis. Im Folgenden soll gezeigt werden, daß es sich hier nach Fauna und Alter um das Liegende des Stallauer Grünsandsteins, die oberste Amden-Formation, handeln muß, deren Obergrenze in dem Schurf aufgeschlossen war. Diese Grenze wurde auch von Kernbohrungen der Tölzer Jodquellen AG am Sauersberg bei Bad Tölz durchteuft, welche vom Verf. untersucht und für einen direkten Vergleich herangezogen werden konnten. Etwa 20 km weiter südlich erscheint in der Tiefbohrung Vorderriß 1 die südhelvetische Amden-Formation unter 6400 m Tiefe (HAGN 1981: 86 ff.), doch lagen dem Verf. von dort keine Proben vor.

Das Material wird an der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Geologie in München aufbewahrt (Inv. Nr. BSPG 2005 II), wohin auch die entsprechenden Kerne vom Sauersberg gebracht wurden.

2. Das Profil vom Schellenbach

Eine erste Probenreihe wurde 1964 am Osthang des Schellenbachs bei Bad Heilbrunn, Blatt Penzberg 8234, N des südlichsten Stallauer Grünsandstein-Zuges, bei 795 m NN entnommen. Eine feinstratigraphische Aufnahme und Beprobung in einem Schürfgraben an dieser Stelle erfolgte etwa 1969,

wurde aber verworfen, da diese Schichtfolge tiefer am Hang vollständiger und mächtiger ansteht. Der neue Schürfgraben wurde also am 24.11.1970 tiefer am selben Hang angelegt und am 22.7.1971 nach N erweitert (R 44 60 100, H 52 89 050, bei 790 m NN). Einzelne Proben ca. 14 m, 14,6–14,7 m und 17, 4–17,5 m unterhalb des Stallauer Grünsandsteins wurden 2005 bei 800 m NN oberhalb des Profils entnommen. Die folgende Profilbeschreibung (vgl. Abb. 1) beginnt im S unmittelbar am Stallauer Grünsandstein. Dieser enthält nach HESSE & STEPHAN (1991: 76) im Mittel 23,5% Glaukonit, 20% Karbonat, 47% Quarz und bis zu 12% Tonmatrix in einzelnen Fällen. Unter den Schwermineralien ist das Phosphatmineral Kollophanit mit fast 60% vorherrschend.

In eckigen Klammern stehen im folgenden Profil die Geländeprobe-Nummern und die entsprechenden Nummern in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Geologie.

x m Stallauer Grünsandstein

- 1) 0–12 cm Sandstein, graugrün, hart, glaukonitisch, knollige Wurstelbänke
- 2) 12–27 cm Sandstein, glaukonitisch, z.T. leicht mergelig, unregelmäßig geschichtet bis flaserig, mit großen Knollen
- 3) 27–36 cm Sandmergel, halbfest, mit vielen Knollen bis 5 cm Durchm. [Probe A 0 = 2005 II 1]
- 4) 36–41 cm Knollenlage, härter, mit Mergelschmitzen
- 5) 41–49 cm Sandmergel mit Knollen; Gryphaeen [Probe A 1 = 2005 II 2]
- 6) 49–61 cm Sandstein, glaukonitisch, Wurstelbänke, mit mergeligen Schmitzen und unregelmäßigen Knollen
- 7) 61–69 cm Sandmergel, halbfest, mit Knollen [Probe A 2 = 2005 II 3]
- 8) 69–90 cm Sandstein wie 6); Gryphaeen
- 9) 90–100 cm Sandstein wie zuvor, mit Brauneisen und größeren Mergelschmitzen [Probe A 3 = 2005 II 4]
- 10) 100–104 cm Sandstein-Knollen-Lage, umgelagerte abgerollte Knollen, Grünsandstein, braun angewittert, mürbe
- 11) 104–111 cm Mergel, sandig, halbfest, mit vereinzelt kleinen Knollen; Ostreenreste [Probe A 4 = 2005 II 5]
- 12) 111–121 cm Sandmergel, mürbe, tief verwittert, kaum Knollen [Probe A 5 = 2005 II 6]
- 13) 121–144 cm Sandstein, glaukonitisch, wurstelig, bis Sandmergel, mit zahlreichen großen Knollen
- 14) 144–154 cm Sandmergel, hell, mit vielen großen Kalk- und Sandstein-Knollen [Probe A 6 = 2005 II 7]
- 15) 154–165 cm Sandmergel wie 14), etwas tonreicher [Probe A 7 = 2005 II 8]
- 16) 165–171 cm Sandmergel wie zuvor, wieder mehr Knollen
- 17) 171–181 cm Sandmergel zwischen Knollen [Probe A 8 = 2005 II 9]
- 18) 181–190 cm Sandstein, hart, glaukonitisch, Wurstelbänke mit Mergel-Schmitzen
- 19) 190–207 cm Sandstein, sehr hart, wie zuvor, kaum Mergel-Einlagerungen [Probe A 9 = 2005 II 10]
- 20) 207–254 cm Sandstein, hart, glaukonitisch, dünnbankig bis flaserig, z.T. unregelmäßig knollig
- 21) 254–263 cm Sandstein, wie zuvor, mit wenige mm starken feinschichtigen Mergel-Zwischenlagen
- 22) 263–277 cm Sandstein wie 20), viel Brauneisen
- 23) 277–289 cm Mergel, sandig, unregelmäßig geschichtet, mit harten Konkretionen [Probe A = 2005 II 11]
- 24) 289–300 cm Sandstein-Bank, dunkelgrau-grün, glaukonitreich

- 25) 300–303 cm Sandstein wie zuvor, bröckelig
- 26) 303–310 cm Sandstein wie 24)
- 27) 310–316 cm Sandstein wie zuvor, flaserig, mit harten Knollen
- 28) 316–335 cm Sandmergel – mergeliger Sandstein, unregelmäßig flaserig, mit harten Knollen bis 6 cm Durchm. [Probe B = 2005 II 12]
- 29) 335–341 cm Sandstein, mergelig, fest, mit größeren Knollen
- 30) 341–357 cm Sandmergel, hellgrau-braun, mit kleineren Knollen [Probe C = 2005 II 13]
- 31) 357–373 cm Sandstein, hart, knollig
- 32) 373–391 cm Sandstein wie zuvor, mit Sandmergel-Schmitzen zwischen den Knollen [Probe D = 2005 II 14]
- 33) 391–402 cm Sandstein, knollig, hart
- 34) 402–422 cm Sandmergel, hell bräunlich, mit harten Schmitzen und Knollen; Fossilreste [Probe E = 2005 II 15]
- 35) 422–456 cm Sandstein, knollig, hart
- 36) 456–466 cm Sandstein, hart, mit geringen Mergel-Schmitzen [Probe E 1 = 2005 II 16]
- 37) 466–552 cm Sandstein, knollig, hart wie 35)
- 38) 552–572 cm Mergel, sandig, z.T. knollig [Probe F = 2005 II 17]
- 39) 572–594 cm Sandstein, braungrau, knollig, z.T. etwas mergeliger
- 40) 594–602 cm Mergel, graubraun, knollig; mit Fossilresten
- 41) 602–611 cm Mergel, graubraun, halbfest [Probe G 1 = 2005 II 18]
- 42) 611–621 cm Mergel, graubraun, hart [Probe G 2 = 2005 II 19]
- 43) 621–668 cm Mergel, graubraun, halbfest [Probe H = 2005 II 20: 627–648 cm]
- 44) 668–681 cm Mergel, wie zuvor, härter, wieder knolliger [Probe I = 2005 II 21: 659–681 cm]
- 45) 681–692 cm Sandmergel, hart, knollig, teilweise mergeliger Sandstein
- 46) 692–702 cm Mergel, fest, teilweise hart, mit reichlich Knollen [Probe J 1 = 2005 II 22]
- 47) 702–733 cm Mergel, halbfest, mit kleinen Brauneisen-Konkretionen und einzelnen Knollen [Probe J 2 = 2005 II 23: 704–715 cm] [Probe K = 2005 II 24: 721–733 cm]
- 48) 733–741 cm Sandstein, schwach mergelig, unebene Schichtflächen
- 49) 741–753 cm Sandmergel, hart [Probe L = 2005 II 25]
- 50) 753–759 cm Sandstein, hart
- 51) 759–762 cm Sandstein, eisenreich
- 52) 762–782 cm Mergel, hellbeige, sehr tonreich, tief verwittert [Probe M = 2005 II 26: 762–770 cm] [Probe N = 2005 II 27: 773–782 cm]
- 53) 782–790 cm Sandstein, hart, knollig, z.T. mergelig
- 54) 790–797 cm Mergel, hellbeige, hart, sandig, lagenweise zahlreiche Knollen [Probe O = 2005 II 28]
- 55) 797–804 cm Mergel, hart, sandig, mit Brauneisen und Knollen
- 56) 804–815 cm Mergel, hell, hart, mit z.T. großen Knollen [Probe P = 2005 II 29]
- 57) 815–832 cm Mergel, hell, hart, mit einzelnen Knollen [Probe Q = 2005 II 30: 820–831 cm]
- 58) 832–838 cm Sandmergel, hart; Kalzitruscheln bei 838 cm
- 59) 838–901 cm Tonmergel, hellgrau, halbfest, mit Fossilresten [Probe R = 2005 II 31: 839–850 cm] [Probe S = 2005 II 32: 858–867 cm] [Probe T = 2005 II 33: 869–878 cm] [Probe U = 2005 II 34: 888–901 cm]
- 60) 901–925 cm Tonmergel, graugrün, halbfest [Probe V = 2005 II 35: 910–925 cm]
- 61) 925–944 cm Tonmergel wie zuvor, mit einzelnen Knollen, tief verwittert [Probe W = 2005 II 36: 931–944 cm]
- 62) 944–951 cm Sandmergel, hart, mit Knollen
- 63) 951–968 cm Tonmergel, grau, halbfest [Probe X = 2005 II 37]
- 64) 968–993 cm Tonmergel wie zuvor, mit mürben Brauneisen-Konkretionen und einzelnen Knollen [Probe Y = 2005 II 38: 979–993 cm]
- 65) 993–1056 cm Tonmergel, graugrün, halbfest, mit Knollen [Probe Z = 2005 II 39: 1001–1014 cm] [Probe Z 1 = 2005 II 40: 1025–1037 cm] [Probe Z 2 = 2005 II 41: 1043–1056 cm]
- 66) 1056–1069 cm Tonmergel, grünlich-grau, mäßig hart, mit einzelnen Brauneisen-Konkretionen [Probe Z 3 = 2005 II 42]
- 67) 1069–1080 cm Tonmergel, grünlich-grau-braun, nur anschließend an 66) einzelne Knollen [Probe Z 4 = 2005 II 43]
- 68) 1080–1153 cm Tonmergel, braungrau, halbfest (typische Amden-Formation), mit nur ganz vereinzelt und sehr kleinen (wenige mm bis 2 cm Durchm.) Brauneisen-Konkretionen [Probe Z 5 = 2005 II 44: 1082–1094 cm] [Probe Z 6 = 2005 II 45: 1095–1107 cm] [Probe Z 7 = 2005 II 46: 1110–1121 cm] [Probe Z 8 = 2005 II 47: 1125–1136 cm] [Probe Z 9 = 2005 II 48: 1139–1150 cm]
- 69) 1153–1164 cm Tonmergel, sehr tonreich und halbfest, gegen 70) Lage größerer Knollen (ca. 4 cm Durchm.); Fossilreste als Brauneisen-Steinkerne [Probe Z 10 = 2005 II 49]
- 70) 1164–1179 cm Tonmergel wie zuvor, ohne Knollen; mit dünnchaligen kleinen Molluskenresten [Probe Z 11 = 2005 II 50: 1168–1179 cm]
- 71) 1179–1194 cm Tonmergel wie zuvor, stückig brechend [Probe Z 12 = 2005 II 51: 1182–1194 cm]
- 72) 1194–1211 cm Tonmergel wie zuvor, mit einzelnen sehr kleinen Brauneisen-Konkretionen [Probe Z 13 = 2005 II 52: 1198–1211 cm]
- 73) 1211–1224 cm Tonmergel wie zuvor, mit vereinzelt kleinwüchsigen Molluskenresten [Probe Z 14 = 2005 II 53]
- 74) 1224–1235 cm Tonmergel wie zuvor, mit einzelnen Brauneisen-Konkretionen (1–2 mm Durchm.); geringelte Baculiten [Probe Z 15 = 2005 II 54]
- 75) 1235–1246 cm Tonmergel, etwas fester, ohne Brauneisen [Probe Z 16 = 2005 II 55]
- 76) 1246–1261 cm Tonmergel wie zuvor, mit seltenen Knollen bis 2 cm Durchm.; Fossilien als dünne Brauneisenfilme [Probe Z 17 = 2005 II 56]
- 77) 1261–1284 cm Tonmergel, halbfest, mit Brauneisen-Konkretionen [Probe Z 18 = 2005 II 57: 1264–1274 cm] [Probe Z 19 = 2005 II 58: 1275–1284 cm]
- 78) 1284–1291 cm Knollenlage, grob, Sandstein-Knollen (1–5 cm Durchm.)
- 79) 1291–1303 cm Mergel, hart, sandig-glimmerig, unregelmäßig, mit Knollen [Probe Z 20 = 2005 II 59]
- 80) 1303–1316 cm Mergel, etwas tonreicher, glimmerhaltig, mit einzelnen größeren und kleineren Sandstein-Knollen [Probe Z 21 = 2005 II 60]
- 81) 1316–1328 cm Sandstein (-Bank), hart, sandig, quarzitisch
- 82) 1328–1339 cm Sandmergel, fest, glimerhaltig, mit einzelnen Knollen [Probe Z 22 = 2005 II 61]

Nach der geologischen Karte von VON STACKELBERG (1960: Beil. 1) müßte in diesem Bereich längst die Pattenau-Formation folgen. Aber auch weitere Einzelproben, die hier 14, 14,6,

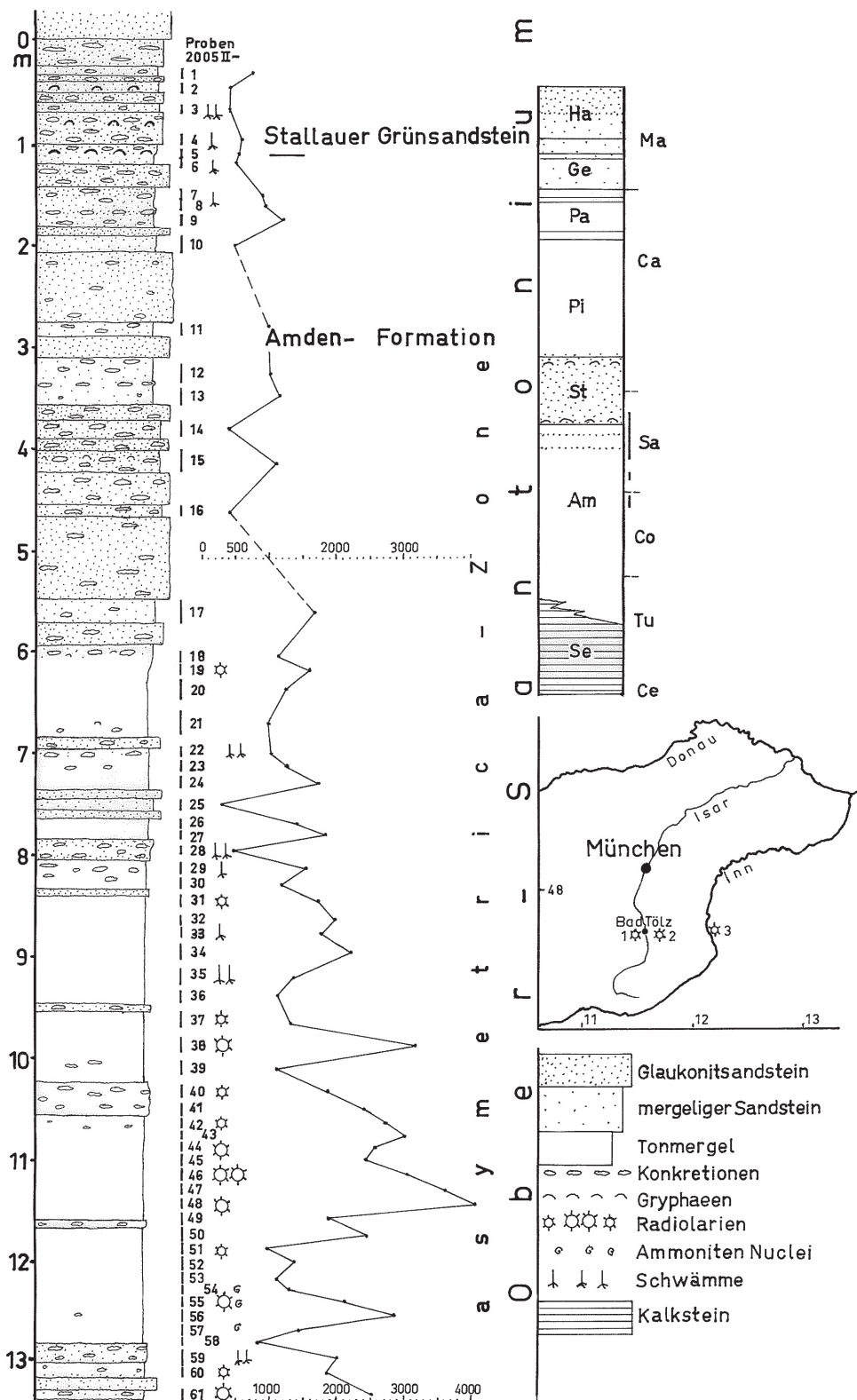


Abbildung 1: Schürf-Profil (links) der obersten Amden-Formation vom Schellenbach, mit der Grenze zum Stallauer Grünsandstein bei 1 m. Daneben die Lage der Mikroproben 2005 II 1 bis 2005 II 61. Weitere Einzelproben liegen darunter bei ca. 14,0 m (2005 II 66), 14,6–14,7 m (2005 II 67) und 17,4–17,5 m (2005 II 68). Das Diagramm gibt die Gesamtzahl der ausgezählten Exemplare von Mikrofossilien der Fraktion >0,25 mm pro 1–3 Schüttungen wieder und dokumentiert die Verarmung zum Hangenden hin. Das schematische Säulen-Profil rechts oben zeigt die Mächtigkeiten und die untersuchten Abschnitte (Balken) in der helvetischen Ober-Kreide: Se = Seewen-Formation (Seewerkalk), Am = Amden-Formation, St = Stallauer Grünsandstein-Formation, Pi = Pinzwang-Subformation (Mächtigkeit von Neubeuern, im Tölzer Helvetikum viel geringer), Pa = Pattenau-Formation, Ge = Gerhardsreit-Formation, Ha = Hachau-Subformation; Ce = Cenomanium, Tu = Turonium, Co = Coniacium, Sa = Santonium, Ca = Campanium, Ma = Maastrichtium. In der Kartenskizze darunter ist die Lage der Radiolarien-führenden Amden-Formation im Tölzer Helvetikum (1), am Tegernsee (2: Schürfung Marienstein, OHMERT 1964) und in Bohrung Neubeuern (3) vermerkt.

17,5 und 33 m N (im Liegenden) des Stallauer Grünsandsteins entnommen wurden, blieben immer noch in den glaukonitischen Sandmergeln. Die bei VON STACKELBERG in der Karte eingezeichnete Schuppe erneuten Grünsandsteins etwa 37 m N des Stallauer Grünsandstein-Zuges könnte auch eine stratigraphisch tiefere Einlagerung in der Sandmergel-Schichtenfolge sein. Dafür spricht, daß die Probe (1/71 = 2005 II 62) 33 m N des Stallauer Grünsandsteins nach ihrer Mikrofauna kein Pendant in den Proben des Schürfgrabens hat, also nicht einfach eine tektonische Wiederholung sein kann, wie es VON STACKELBERGS (1960) Karte nahelegt. Es muß demnach mit einer Mächtigkeit von mindestens 40 m für die obere Amden-Formation am Schellenbach gerechnet werden. Die neue amtliche geologische Karte 1:25 000 Blatt Nr.8234 Penzberg trägt dem bereits Rechnung (HESSE & STEPHAN 1991: 78), verzeichnet hier aber noch Grünsand-Übergangsschichten.

2.1 Vergleich mit den Bohrungen vom Sautersberg bei Bad Tölz

Knapp 5 km E vom Schellenbach haben Bohrungen der Jodquellen AG Bad Tölz am Sautersberg das Liegende des Stallauer Grünsandsteins durchteuft und teilweise gekernt. B35 (R 44 64 820, H 52 89 000) kernte unter Flysch, Ultrahelvetikum, helvetischem Alttertiär (Paläogen) und höherer Ober-Kreide bei 187,5 m eine Gryphaea-Bank im oberen Stallauer Grünsandstein und eine weitere Gryphaea-Bank an dessen Basis bei 212 m. Unterhalb 225 m nahm der Tongehalt zu, aber bei 238 m folgte erneut mergeliger Glaukonitsandstein bis unterhalb 240 m. Wohl deshalb wird bei HESSE & SCHMIDT-THOMÉ (1975: 62) die Untergrenze des Stallauer Grünsandsteins erst bei 239,5 m angegeben, während sie in Abb. 4 derselben Arbeit bei ca. 200 m Teufe eingezeichnet ist. Bei 246 m wurden noch grün-schwarze Mergel des Santoniums angetroffen und bei 255 m folgten pyritreiche dunkle feste Tonsteine. Der teilweise hohe Pyrit-Anteil ist in den Übertage-Aufschlüssen des Schellenbachs bereits in Brauneisen umgewandelt und verleiht dem Sediment eine bräunlich-beige Färbung. In B35 vom Sautersberg wurde auch noch unterhalb des Kernendes (260 m) bei 290 m Teufe Amden-Formation des Santoniums in Spülproben festgestellt und noch tiefer folgten bei 330 und 350 m Mergel des Ober-Turoniums.

In Bohrung 26 (R 44 64 950, H 52 89 230) vom Sautersberg, die bereits unterhalb des Stallauer Grünsandsteins ansetzt (HESSE & SCHMIDT-THOMÉ 1975: 60, Taf. 1), wurden bis 43,1 m pyritreiche dunkle Sandmergel der tieferen Amden-Formation (höheres Coniacium) mit zahlreichen Kalzitruscheln ermittelt. Da die Schichten steil stehen, läßt sich auch in den Bohrungen nichts Sicheres über die wahren Mächtigkeiten aussagen. Kalzitruscheln müssen nicht unbedingt auf größere Störungen zurückzuführen sein, wie eine solche Ruschelzone zwischen den Proben 2005 II 30 und 31 am Schellenbach zeigt, die von keiner nennenswerten Veränderung der Mikrofaunen begleitet wird (Abb. 2).

2.2 Vergleich mit der Amden-Formation des Allgäus und der Schweiz

ARNOLD HEIM, der die Amden-Formation im Säntisge-

biet einfuhrte, unterteilte diese in liegende Leibodenmergel (höheres Coniacium bis tieferes Santonium) und hangende Leistmergel (Santonium bis Unter-Campanium). In der Churfürsten-Decke beobachtete HEIM (1910: 55 ff.) in den Leistmergeln Austernbänke, die einen allmählichen Übergang zu Flachwasser-Verhältnissen andeuten. Nach HERB (1962: 36) setzen die Mikrofaunen im Bereich der Austernbänke aus, während in den liegenden Leibodenmergeln noch reiche Foraminiferen-Faunen auftreten. KUHN (1972: 496) nennt Pyrit als charakteristischen Bestandteil der Amden-Formation aus der Einsiedler Schuppenzone, dazu feinen Quarz und Glaukonit, der nur selten in Nestern angereichert ist. Es kommen halbfeste Tonmergel, aber auch härtere Kalkmergel von dunkel-graubraun bis tief schwarzer Färbung vor.

Vom Grönten im Allgäu ist oberantone Amden-Formation des Süd-Helvetikums bekannt, die als gelblich-graue, feinstsandige, schwach glaukonitische Mergel beschrieben wird (HAGN et al. 1981: 289). Soweit stimmt die Lithologie mit der Amden-Formation des Tölzer Nord-Helvetikums recht gut überein. Lagen mit konkretionären Knollen, wie sie in den gleichaltrigen Schichten vom Schellenbach mindestens in den obersten 14 m immer wieder eingeschaltet sind, scheinen aber weder im Allgäu noch in der Schweiz vorzukommen. Das kann an der relativ nördlichen Lage des Schellenbach-Profiles im Nord-Helvetikum liegen. Indessen sind die faunistischen Übereinstimmungen unübersehbar.

3. Fauneninhalt der oberen Amden-Formation des Tölzer Helvetikums

3.1 Pisces

Fischreste wurden fast in allen Mikroproben in der oberen Amden-Formation des Schellenbach-Profiles beobachtet. In Probe 2005 II 28 sind sie sogar recht häufig. Meist sind es Zähne, deren Formenreichtum eine Bearbeitung als interessant erscheinen läßt.

3.2 Cephalopoden

In den Proben 2005 II 57, 55 und 54 des Schellenbach-Profiles wurden sehr selten kleine Brauneisen-Nuclei (Anfangskammern <1 mm Durchm.) von Ammoniten gefunden, die nicht bestimmbar sind. Bei dem bei VON STACKELBERG (1960: 11) erwähnten Ammoniten läßt sich nicht feststellen, ob er aus dem Liegenden des Stallauer Grünsandsteins oder aus den Grünsand-Übergangsschichten kam, da VON STACKELBERG nicht zwischen beiden Schichten unterschieden hat. VON STACKELBERG (1960: 10 f.) führt auch Baculiten aus den „Grünsand-Übergangsschichten“ an. Im Schurfprofil der oberen Amden-Formation wurden in Schicht 74 (Probe 2005 II 54) ebenfalls Baculiten angetroffen, aber nicht geborgen. So kann nicht gesagt werden, ob es sich um eine der bei VON STACKELBERG genannten Arten handelt.

Belemniten konnten am Schellenbach nicht festgestellt werden, auch nicht als Bruchstücke in den zahlreichen Mikroproben. Sie scheinen in der oberen Amden-Formation primär zu fehlen. *Belemnitella mucronata* (SCHLOTHEIM), die IMKELLER

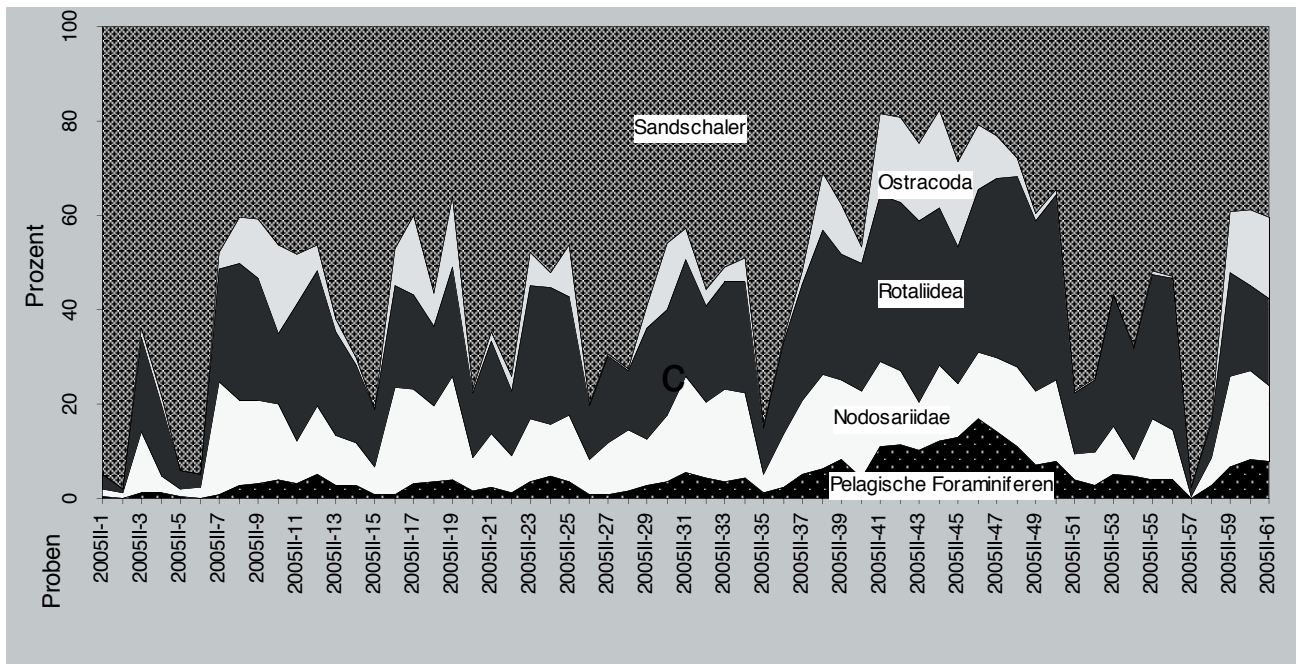


Abbildung 2: Prozentuale Verteilung der Faunenelemente in der Fraktion >0,25 mm der Mikroproben des Schürf-Profiles (höheres Santonium, Mächtigkeits 13,5 m; Grenze zum Stallauer Grünsandstein bei Probe 2005 II 5, vgl. Abb. 1) vom Schellenbach. Nähere Angaben im Text (Kapitel 4.).

(1901) und VON STACKELBERG (1960) anführen, kommt mit Sicherheit aus dem Hangenden des Stallauer Grünsandsteins. Auch aus dem Typusgebiet der Amden-Formation in der Schweiz werden keine Belemnitenfunde gemeldet, wohl aber „äußerst selten“ Ammoniten (HERB 1962: 36).

3.3 Pelecypoden

Zunächst fallen die Ansammlungen normalwüchsiger Gryphaen in den Schichten 5 und 8 des Profils auf. Im Schurf waren sie nicht gut erhalten. Es dürfte sich aber um *Pycnodonta vesicularis* (LAMARCK) handeln, die IMKELLER (1895/96, 1901) aus dem Stallauer Grünsandstein angibt. Diese Art bildet auch die Austerbänke der oberen Amden-Formation in der Schweiz (HERB 1962: 36). Unbestimmbare Ostreenreste kommen am Schellenbach bereits in tieferen Mikroproben immer wieder vor, besonders in 2005 II 61, 58, 45 bis 42, 28, 21 und 13 bis 10.

Inoceramen verraten ihre Gegenwart in den Proben 2005 II 60, 56, 54, 50, 45 bis 40, 34, 31, 15 und 10 durch zahlreiche Kalzitprismen. Größere Bruchstücke oder gar ganze Schalen wurden aber nicht gefunden, so daß es sich hier womöglich nicht um ihren ursprünglichen Lebensraum handelt.

Typisch sind außerdem kleinwüchsige Brauneisen-Steinkerne von Pelecypoden (und Gastropoden), wie sie auch die Amden-Formation der Schweiz charakterisieren (HERB 1962: 36, KUHN 1972: 496). Im Schellenbach-Profil kommen solche Zwergmuscheln vor allem in den Proben 2005 II 58 bis 57 und 52 häufiger vor. Oft ist ein taxodontes Schloß erkennbar (wohl Nuculiden, die nach BÖHM auch in der Schweiz bekannt sind (OBERHÄNSLI-LANGENEGGER 1978: 56). Ursprünglich waren sie wohl wie in der Schweiz pyritisiert.

3.4 Gastropoden

Zwergfaunen von Gastropoden-Brauneisenkernen sind sehr viel häufiger. In 2005 II 58 bis 56 sind es teilweise noch relativ große Turmschnecken (Turritellen oder *Cerithiopsis* sind von Amden bekannt) neben kleineren niedrigen Formen (? *Trochus*). Letztere bleiben in fast allen Proben bis 2005 II 40 häufig, treten aber auch noch nicht selten in den Proben 2005 II 37, 31 bis 29, 27, 20, 17, 15, 9 und 3 auf.

3.5 Brachiopoden

Brachiopoden sind äußerst selten und kleinwüchsig vertreten (Proben 2005 II 58 und 33).

3.6 Porifera

Im gesamten Schurf-Profil, aber auch schon in den tieferen Einzelproben vom Schellenbach sind in den Mikrorückständen Schwammreste nicht selten. Das reiche und im Profil wechselnde Formen-Spektrum reicht von *Sphaeraster* bis zu diversen Rhizoklonen. Hexactinelliden sind vor allem in der tiefsten Probe (2005 II 62: 33 m N des südlichsten Stallauer Grünsandstein-Zuges) und massenhaft an der Basis des Schurf-Profiles (2005 II 59) zu verzeichnen, während in höheren Proben Lithistiden vorherrschen. Besonders zahlreich sind die Schwämme immer dann, wenn die Mikrofaunen drastisch zurückgehen, z.B. in den Proben 2005 II 35, 28, 22, 7 und 3. Mehr oder minder vollständige Hexactinelliden von 1–2 cm Größe sind in den konkretionären Knollen des unteren Profils kieselig und gut erhalten. Eine engmaschige Deckschicht umgibt ein von zahlreichen Röhren durchsetztes Skelett um ein relativ großes Spongocoel mit mehreren größeren Öffnungen (cf. *Cystispongia*). Dagegen fehlen die Schwämme noch in der

concovata-Zone der Bohrung Sauersberg (B26) und ebenso im Campanium der Grünsand-Übergangsschichten.

In der Amden-Formation des Typusgebiets ist nur eine Art der Hexactinelliden, *Ventriculites escheri* RAUFF bekannt (OBERHÄNSLI-LANGENEGGER 1978: 56).

3.7 Echinodermen

Seeigelstacheln sind in den Mikroproben 2005 II 58, 56 und 48 bis 40 häufig, aber auch noch in 38, 34, 33, 29, 18 und 17. Gelegentlich sind auch Seeigelplatten erhalten (Probe 48). Aus der Typusregion der Amden-Formation nennt HERB (1962: 36) ebenfalls kleinwüchsige Seeigel (u.a. Cidariden).

Daneben finden sich in den Proben 2005 II 53 und 47 bis 42 nicht selten Ophiuroideenreste. Besonders häufig sind sie in Probe 24, kommen aber in 14 und 11 auch noch reichlich vor.

3.8 Crustaceen

Carapax-Reste von Crustaceen sind selten, etwas häufiger allenfalls in den Proben 2005 II 17 und 4.

Dagegen sind Kotpillen, die von Crustaceen stammen könnten, in manchen Proben recht häufig: etwa in 2005 II 60 bis 59, 56 und besonders in 48 bis 47, dann wieder in 36 bis 35, 23 bis 22 und vor allem in 21 und nochmals in 7, mit abnehmender Tendenz zum Stallauer Grünsandstein hin. Nach R. FÖRSTER (freundl. mündl. Auskunft) gibt es im Stallauer Grünsandstein nicht selten *Callianassa*-Gänge, und *Callianassa* könnte durchaus solche Kotpillen produzieren. Es kommen aber ganz verschiedene Kotpillen vor, die mitunter zu Ballen verkittet sind (2005 II 53, 8) und wohl kaum transportiert wurden.

3.8.1 Ostracoden

Ostracoden sind in stark wechselnden Häufigkeiten vertreten: Während sie an der Profilbasis (2005 II 61) über 17% der Mikrofauna (Abb. 2) ausmachen, gehen sie plötzlich ab Probe 58 bis auf fast 0 zurück, um sich erst ab Probe 48 wieder allmählich zu erholen. Im Folgenden setzen sie sich noch mehrmals aus (Abb. 3). Ihren letzten Aufschwung erleben sie in 2005 II 10 mit über 19%, um sich ab Probe 6 endgültig zu verabschieden. Anteile um 2% in Probe 4 bis 3 gibt das Diagramm nicht zu erkennen. Es erscheint fraglich, ob sie hier noch autochthon sind.

Auch in der Schweiz wurden in der Amden-Formation Ostracoden in stark wechselnder Häufigkeit von 0 bis über 20% festgestellt, aber nicht taxonomisch erfaßt (OBERHÄNSLI-LANGENEGGER 1978: Fig. 34).

Die Ostracoden-Fauna vom Schellenbach wurde vollständig bearbeitet, doch würden die vielen Neubeschreibungen das Konzept dieser Arbeit überschreiten. Bisher wurden nur die Gattungen *Cythereis* und *Golcocythere* veröffentlicht (OHMERT 1967, 1970). Manche Arten dieser Gattungen haben in der oberen Amden-Formation des Schellenbach-Profiles ihre Typlokalität, was in der folgenden Liste jeweils vermerkt ist. Ihr stratum typicum muß entsprechend in Ober-Santonium korrigiert werden, nachdem 1967 und 1970 noch fälschlicherweise Unter-Campanium und Grünsand-Übergangsschichten angegeben wurden.

Cyherella contracta VEEN
Cytherella coryelli BENSON & TATRO ssp.
Cytherella parallela (REUSS)
Cytherella sulcata VEEN ssp.
Cytherella sp.
Mutacyprideis attenuata (REUSS) ssp.
Krithe cf. *bonnemai* DEROO
Paracypris aff. *siliqua* JONES & HINDE
Macrocypris siliqua (JONES)
Bairdia (*Bairdoppilata*) *acuticauda* VEEN
Bairdia (*Bairdoppilata*) *pentagonalis* VEEN ssp.
Bairdia vinicensis (SULC) ssp.
Bairdia sp.
Cythereis gibbera gibbera OHMERT [Typlokalität]
Cythereis gibbera deformis OHMERT [Typlokalität]
Cythereis helvetica helvetica OHMERT [Typlokalität]
Cythereis levis exigua OHMERT [Typlokalität]
Costaveenia imparia (GRÜNDEL)
Costaveenia sp. (ex gr. *salzbergensis* GRÜNDEL)
Curfsina santoniensis (GRÜNDEL) ssp.
Imhotepia anteglabra (POKORNY) ssp.
Platycythereis sp.
Pterygocythereis (*Diogmopteron*) ex gr. *aserrulata* (BONNEMA)
Pterygocythereis (*Diogmopteron*) *luenenensis* (TRIEBEL) ssp.
Pterygocythereis (*Diogmopteron*) *vallata* GRÜNDEL ssp.
Pterygocythereis (*Diogmopteron*) *wienholzae* GRÜNDEL ssp.
Pterygocythereis (*Pterygocythere*) ? ex gr. *laticristata* (BOSQUET)
Pterygocythereis (*Pterygocythere*) *pseudoolata* GRÜNDEL
Pterygocythereis (*Pterygocythere*) sp.
Pterygocythereis (*Pterygocythereis*) *horrida* TRIEBEL
Pterygocythereis (*Pterygocythereis*) aff. *spinosa* (REUSS)
Pterygocythereis (*Pterygocythereis*) *westfalica* TRIEBEL ssp.
Karsteneis (*Prosteneis*) sp.
Veenia ex gr. *foersteriana* (BOSQUET)
Veenia vallocostata GRÜNDEL ssp.2
Veenia vallocostata GRÜNDEL ssp.3
Golcocythere subalpina OHMERT [Typlokalität]
Golcocythere vadosa OHMERT [Typlokalität]
Argilloecia (?) ex gr. *gracilis* BONNEMA
Xestoleberis cf. *pergensis* VEEN
Asciocythere (*Stravia*) ex gr. *falcoburgensis* VEEN
Bythoceratina ? ex gr. *jugosa* (ALEXANDER)
Paracytheridea (*Hemiparacytheridea*) sp.

Diese 43 Taxa sind aber keinesfalls in allen Proben vertreten. So wurde die Tiefwasser-Gattung *Krithe* nur in 2005 II 53 und 49 bis 43 mit jeweils einem einzigen Exemplar gezählt. Sie scheint in diesem Bereich aber tatsächlich gelebt zu haben. Denn aus einer Einzelprobe dieses Bereichs (BSP 4563: etwa 11 m unter dem Stallauer Grünsandstein, 3 m unter der letzten Sandsteinbank) wurden immerhin 8 weibliche und 3 männliche Gehäuse isoliert. In diesem Profilschnitt ist die Ostracoden-Fauna am reichsten und ihre Diversität am größten. Ein weiteres Maximum scheint an der Basis des Profils und wohl noch darunter zu liegen.

So erscheint *Mutacyprideis attenuata* in 2005 II 61 noch mit 51 Klappen (Gehäuse wurden als 2 Klappen gezählt) pro Schüttung, während ihre Anzahl in Probe 58 bis 53 gegen 0 geht. Erst ab 48 bis 41 klettert sie wieder bis auf fast 70 Klappen (Maximum in Probe 47), um gegen Probe 39 kontinuierlich abzunehmen.

Eine ähnliche Verteilung hat die Gattung *Bairdia*, die mit 50 Klappen pro Schüttung in 2005 II 61 beginnt, nach fast völligem Aussetzen ab Probe 48 (28 Klappen) bis auf 150 Klappen in Probe 44 ansteigt, um gegen Probe 37 (3 Klappen) stark abzunehmen. Im höheren Profilbereich bringt sie es noch maximal auf 10–12 Klappen (Probe 31 bis 30 und 17) um danach zu verschwinden. Die vorherrschende Art ist dabei *B. (B.) acuticauda* VEEN: Neben 24 adulten Gehäusen sind in der Einzelprobe 4563 18 juvenile Gehäuse und 6 Klappen gezählt worden. Die anderen Bairdien sind im Bereich des Profils viel seltener und vor allem in tieferen Einzelproben (BSP 4561, 4560) unterhalb des Profils angetroffen worden.

Die Gattung *Cythereis* ist meist mit *Bairdia* vergesellschaftet. Sie ist zunächst mit 36 Klappen in 2005 II 61 nicht allzu häufig, wird dann nach einem Minimum (Probe 58 bis 49) aber in Probe 46 mit 120 Klappen dominierend in der gesamten Ostracoden-Fauna. Kleinere Maxima erlebt die Gattung nochmals in Probe 31 bis 30 und in 19 bis 17 (61 Klappen), erreicht aber auch in Probe 11 und 9 nochmal fast 30 Klappen. In Probe 61 überwiegt mit *C. helvetica* und *C. levis* eindeutig die *longaeva*-Reihe über die *ornatissima*-Reihe mit *C. gibbera*. In Probe 46 sind beide Gruppen fast gleich stark, doch beruht die relative Zunahme von *C. gibbera* vor allem auf juvenilen Exemplaren, während adulte Tiere auch hier in der Minderheit bleiben. In diesem Bereich (47 bis 42) liegt der engere Typushorizont von *C. helvetica helvetica* und von *C. gibbera gibbera*. Dagegen liegen die Typushorizonte von *C. levis exigua* und von *C. gibbera deformis* wesentlich tiefer, 10–20 m unterhalb. In den höheren Proben des Profils sind *longaeva*- und *ornatissima*-Reihe fast gleich stark vertreten, mit einem leichten Übergewicht der ersteren.

Die häufigste Gattung, *Cytherella*, erscheint ebenfalls in 2005 II 61 mit einem ersten Maximum (142 Klappen pro Schüttung), erreicht nach fast völliger Abwesenheit (58 bis 49) in Probe 47 bis 41 um 60–70 Klappen, aber dann unvermittelt in Probe 38 ein weiteres Maximum mit 117 Klappen, einen schwächeren Anstieg in Probe 30 mit 58 und in Probe 17 nochmals über 100 Klappen. Im Bereich Probe 11 bis 8 ist sie nach einem Minimum in Probe 15 erneut mit 30 bis 40 Klappen vertreten. Die vorherrschende Art ist im ganzen Profilbereich *C. coryelli* ssp. Sie ist unterhalb des Profils (Einzelproben BSP 4562, 64/2) noch mit einer etwas abweichenden Variation vertreten. Im Profil erreicht daneben *C. sulcata* einen nennenswerten Anteil, während die übrigen Arten vor allem in tieferen Proben (BSP 4561 bis 4560) vorgefunden wurden.

Die Gattung *Veenia* ist an der Profilbasis (2005 II 61 bis 59) mit 3 verschiedenen Taxa in etwa gleicher Anzahl vertreten: *V. vallocostata* ssp. 2 (15 Klappen, mit weniger knotigen Längsrippen, mehr konvexer Dorsalrippe und schmalere Ventralseite gegenüber der Nominat-Unterart), *V. vallocostata* ssp. 3 (17 Klappen mit deutlich abgesetzter Posteroventralecke und schmaler Ventralseite), sowie die kleinere *V. ex gr. foersteriana* (17 Klappen). Darüber hält nur ssp. 2 in geringen Stückzahlen aus, bis sich ab Probe 48 ssp. 3 wieder regelmäßig einstellt. Ab Probe 47 gesellt sich auch *V. ex gr. foersteriana* wieder dazu, zunächst selten, ab Probe 44 aber erneut ebenso häufig wie die anderen Veenien (um 10 Klappen). Nach dem Aussetzen in Probe 40 überwiegt *V. ex gr. foersteriana* sogar mit 5 Männchen und 3 Weibchen über ssp. 3 (2 Männchen, 4 Weibchen). Höher erscheint sie wieder in den Proben 34, 30, 24 bis 22 und 19, während noch höher die Unterarten von *vallocostata*

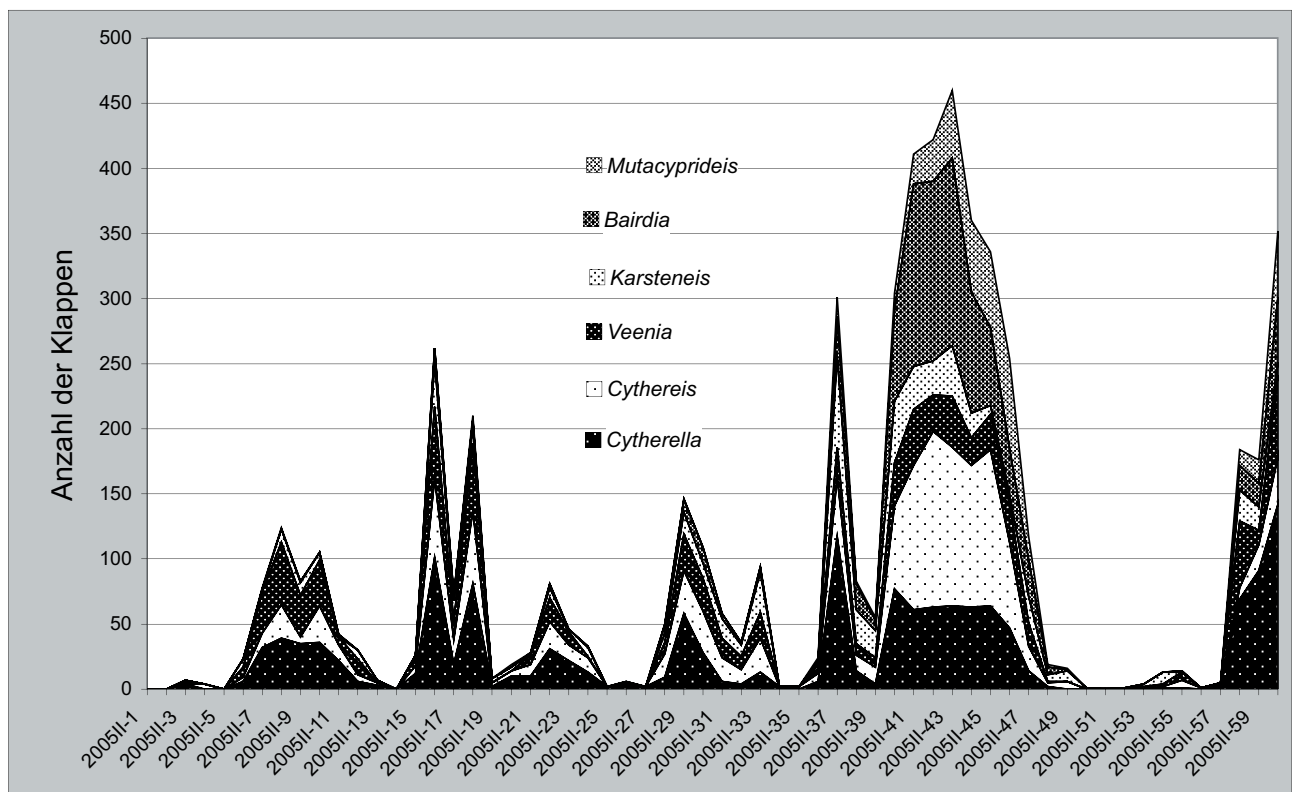


Abbildung 3: Verteilung der wichtigsten Ostracoden-Gattungen (>0,25 mm) im Schürf-Profil (höheres Santonium, Mächtigkeit 13,5 m; Grenze zum Stallauer Grünsandstein bei Probe 2005 II 5, vgl. Abb. 1) vom Schellenbach (vgl. Kapitel 3.8.1 und 4.).

meist allein bleiben. In Probe 11 bis 8 dominiert ssp. 3, doch tritt hier auch nochmals *V. ex gr. foersteriana* auf.

Karsteneis (*Prosteneis*) ist im Profilbereich nur mit einer neuen Art vertreten. Eine andere neue Art löst sie im Campanium der Grünsand-Übergangsschichten ab.

Pterygocythereis ist mit 10 verschiedenen Taxa nachweisbar, von denen manche (*P. aff. spinosa*) schon ähnlich im Ober-Turonium von Böhmen (Vergleichsmaterial) vorkommen, während andere, wie *P. horrida*, *P. (D.) luenenensis*, *P. pseudoalata* und *P. (D.) wienholzae* bis ins Campanium, teilweise bis in die tiefen Pinswanger Schichten (Pinswang Subformation) hinauf reichen. Die übrigen scheinen auf die Obere Amden-Formation beschränkt zu sein. Besonders häufig wird die Gattung nicht. Anfangs mit 40–50 Klappen (2005 II 61/60) vertreten, wird sie rasch selten oder fehlt ganz, bis sie in Probe 47 bis 42 nochmals um 20–30 Klappen vorweist. Auch in Probe 38 sind es wieder 30. Danach zieht sich die Gattung immer mehr zurück und bleibt auch in reicheren Ostracoden-Faunen unter 10 Klappen pro Schüttung. In Probe 9 sind es ausnahmsweise noch einmal 17 Klappen, darunter allein 9 *P. horrida*, die bis Probe 7 hinauf reicht.

Curfsina beginnt ganz ähnlich wie *Pterygocythereis* an der Profilbasis (2005 II 60/59) mit 30–35 Klappen, erreicht wie diese nach fast völligem Aussetzen nochmals wechselnde Werte bis fast 30 Klappen, in Probe 38 18 Klappen, um oberhalb Probe 29 auszusetzen; mit einem kurzen come back im Bereich Probe 9 bis 7 (max. 6 Klappen), ebenso wie *Pterygocythereis*. *Costaveenia* dagegen beginnt in 2005 II 61/60 zaghaft mit 1–2 Klappen, um es in Probe 59 auf 12 Klappen zu bringen. Nach dem folgenden Aussetzen (wie fast alle Ostracoden) erreicht sie in Probe 48 bis 41 ihr Maximum mit höchstens 20–25 Klappen. In Probe 38 sind es noch 13 Klappen, und danach pendelt sich die Gattung auf 2–5 Klappen mit langen Fehlzeiten dazwischen ein. Nur in Probe 17 sind es nochmals 15 Klappen. Dieser Verteilung entspricht das Verhalten der Gattung in der gesamten bayerischen Ober-Kreide, wo sie auf die Flachwasser-Bereiche beschränkt ist. Oberhalb des Stallauer Grünsandsteins fehlt sie daher ebenso wie in der tieferen Amden-Formation (OHMERT 1971: 605 f.).

Die übrigen Ostracoden-Gattungen kommen in der oberen Amden-Formation vom Schellenbach nur sporadisch vor. *Golocythere* ist nach einem spärlichen Erscheinen an der Profilbasis (1–4 Klappen in 2005 II 61 bis 59) ganz auf den Profil-Abschnitt von Probe 47 bis 38 beschränkt (maximal 25 Klappen in Probe 38). Dies ist denn auch der Typhorizont beider *Golocythere*-Arten, die nunmehr auf Ober-Santonium zurückdatiert werden müssen (statt Unter-Campanium bei OHMERT 1970: 214 ff.). *Imhotepia* ist nur sehr selten an der Basis (2005 II 60 bis 59) und nochmals in Probe 44 und 42 (max. 4 Klappen) nachzuweisen. Das entspricht ihrer Verbreitung in der bayerischen Ober-Kreide, in der sie die Tiefwasser-Bereiche bevorzugt (OHMERT 1971: 609, Fig. 7). *Xestoleberis* cf. *pergensis* und die Gattung *Platycythereis* kommen am Schellenbach nur unterhalb des Schurf-Profiles vor, obwohl letztere ebenfalls als Flachwasser-Form anzusehen ist (OHMERT 1971: 605, Fig. 2)

3.9 Foraminiferen

Im Gegensatz zu den Ostracoden ist die Foraminiferen-Fauna der Amden-Formation von deren Tylokalität (HERB

1962) und benachbarten Gebieten der Schweiz (OBERHÄNSLI-LANGENEGGER 1978) recht gut bekannt und teilweise sogar abgebildet (KUHN 1972).

Am Schellenbach sind die Foraminiferen teilweise sehr gut erhalten. Sie wurden zum Teil bis auf die Art-Ebene herunter semiquantitativ erfasst, d.h. es wurden pro Probe 1000 g aufbereitet, aber wegen dem großen Mikrofossil-Reichtum jeweils meist nur 1 Schüttung der Fraktion von 0,25 bis 1,0 mm ausgezählt. Lediglich bei besonders armen und/oder sandreichen Proben wurden auch bis zu 3 Schüttungen erfasst. Die gezählte Gesamt-Individuenzahl lag ausnahmsweise im oberen Profilteil bei 300–400, gewöhnlich aber bei 1000–4000 Exemplaren (Abb. 1).

Die pelagischen Foraminiferen bringen es am Schellenbach maximal auf 16,8% in Probe 2005 II 46, während es in der tieferen Amden-Formation der Schweiz 60–70%, in den höheren Profilschnitten noch 25–35% sind (OBERHÄNSLI-LANGENEGGER 1978: 66/68). Die pelagischen Formen werden am Schellenbach im Diagramm (Abb. 2) fast ausschließlich von den Gattungen *Globotruncana* und *Marginotruncana* gestellt, während *Dicarinella asymetrica* daneben nur sehr selten erscheint.

Globotruncana bulloides VÖGLER
Globotruncana lapparenti BROTZEN
Globotruncana linneiana (D'ORBIGNY)
Marginotruncana coronata (BOLLI)
Marginotruncana marginata (REUSS)
Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO
Dicarinella asymetrica (SIGAL) (früher = *carinata* DALBIEZ)
Rosita fornicata (PLUMMER)
Archaeoglobigerina blowi PESSAGNO
Archaeoglobigerina bosquensis PESSAGNO
Globigerinelloides cf. *ultramica* (SUBBOTINA)
Rugoglobigerina sp.
Heterohelix reussi (CUSHMAN)
Pseudotextularia sp.
Sigalia carpatica SALAJ & SAMUEL

Dabei sind die Globigerinen und Heteroheliden in der ausgezählten Fraktion (>0,25 mm) so selten (0,1–0,3%), daß sie im Diagramm nicht gesondert ausgewiesen werden. *Heterohelix* und *Globigerinelloides* können aber in der Fraktion <0,25 mm mancher Proben sehr häufig sein. Dieses Phänomen wird auch von OBERHÄNSLI-LANGENEGGER (1978: 68) aus Proben des tiefsten Ober-Santoniums der schweizer Amden-Formation beschrieben.

Benthonische Arten, die am Schellenbach nur in der Fraktion <0,25 mm häufig bis massenhaft, >0,25 mm aber ganz selten auftreten, sind *Gyroidinoides nitidus* (REUSS) und *Globorotalites michelinianus* (D'ORBIGNY). Nur als Zwergformen treten im unteren Profilteil am Schellenbach *Nonionella*, *Loxostomum*, *Praebulimina* und *Reussella* auf, die letzteren beiden teilweise ausgesprochen häufig.

Unter den Gavelinellen machen die Arten *Gavelinella pseudoexcolata* (KALININ) und *G. schloenbachi* (REUSS) in der

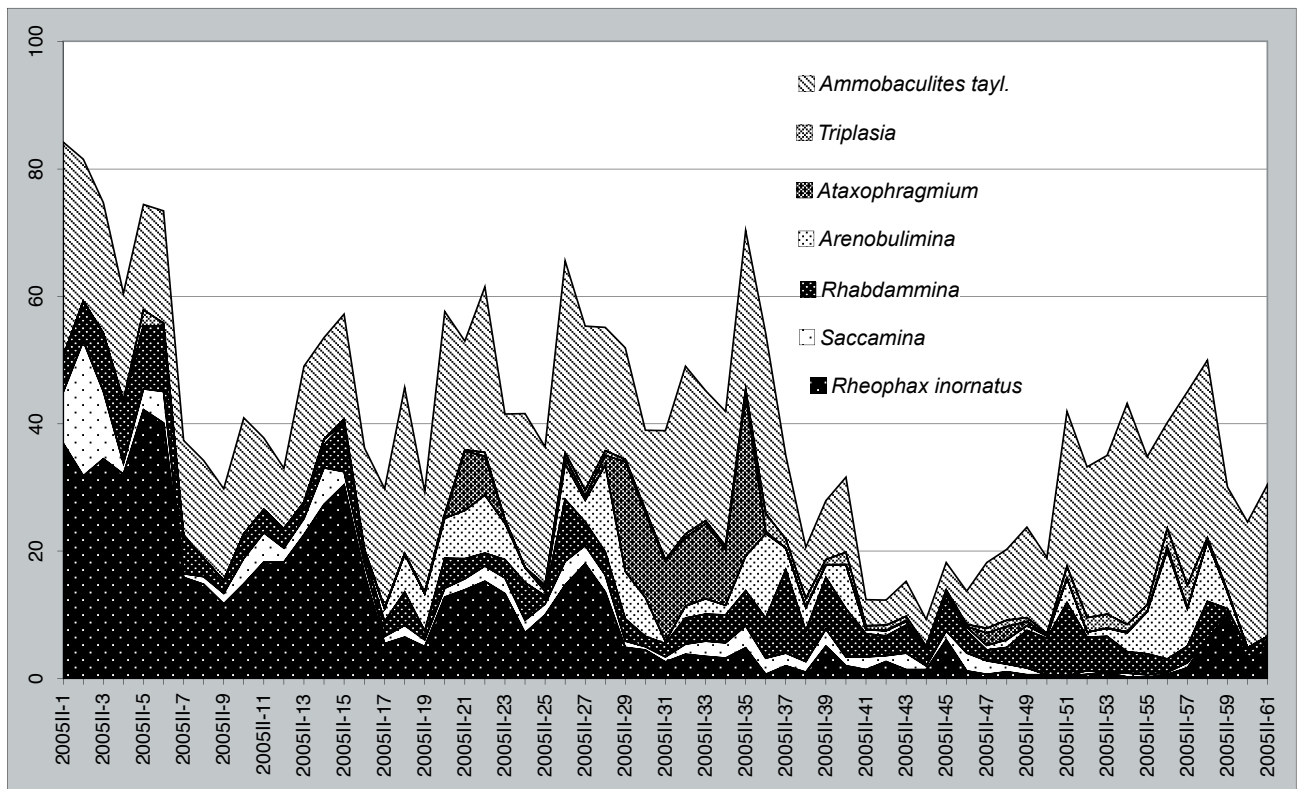


Abbildung 4: Prozentuale Verteilung einiger sandschaliger Foraminiferen im Schürf-Profil (höheres Santonium, Mächtigkeit 13,5 m; Grenze zum Stallauer Grünsandstein bei Probe 2005 II 5, vgl. Abb. 1) vom Schellenbach (vgl. Kapitel 3.9 und 4.).

Fraktion $>0,25$ mm auch nur 0,5–1% der Gesamtfau­na aus, können $<0,25$ mm jedoch dominierend werden (z.B. in Probe 2005 II 50). Die häufigste Art, *Gavelinella hofkeri* (GOEL), erreicht am Schellenbach in der Fraktion $>0,25$ mm dagegen bis fast 40% der Gesamtfau­na, während die juvenilen Formen unter $0,25$ mm untypisch sind und noch *G. costata* BROTZEN ähneln. Letztere Art soll neben *G. pseudoexcolata* im Santonium der Amden-Formation in der Schweiz häufig sein und bis ins Unter-Campanium reichen (OBERHÄNSLI-LANGENEGGER 1978). Die großwüchsige *G. hofkeri* bleibt aber flacher als *costata* und hat eine schmalere, fast kantige Peripherie. Die letzten 2–3 der 9–10 Kammern des letzten Umgangs nehmen nur allmählich an Höhe zu. Diese Art kommt im Unter-Campanium der Pinswanger Schichten (Pinswang-Subformation) vom Tegernsee (mit *Bolivinoides granulatus*) nicht mehr vor.

Die Nodosariiden sind dagegen alle normalwüchsig, manche, wie *Neoflabellina suturalis* (CUSHMAN) und *Vaginulinopsis trilobata* (D'ORBIGNY) sogar ausgesprochen großwüchsig. Letztere erreicht bis zu 2,5 mm Länge, macht aber meist lediglich um 1% der Gesamtfau­na aus. Nur in Probe 2005 II 34 springt sie plötzlich auf 6,7% und hält sich bis Probe 27 hinauf bei etwa 4–5%. Ansonsten wird die Hauptmasse der Nodosariiden von der Gattung *Lenticulina* gestellt, die bis zu fast 15% der Gesamtfau­na (Probe 38) ausmachen kann. Bearbeitet wurden bisher nur die Neoflabellinen der Amden-Formation (OHMERT 1969).

Eine interessante Zonierung zeigen die agglutinierenden Sandschaler. So kommt die Gattung *Heterostomella* (cf. *leopolitana* OLSZEWSKI) nur im Coniacium (*concovata*-Zone der

Bohrung Sauersberg) vor und dann erst wieder im Campanium der Pinswanger Schichten (Pinswang-Subformation). Auf diesen tiefen Bereich scheint auch *Migros schoendorfi* KOCH begrenzt zu sein.

Marssonella trochus (D'ORBIGNY) ist schon im Coniacium recht häufig, erreicht dann an der Basis des Schurfprofils vom Schellenbach (Probe 2005 II 60) nochmals 9% der Gesamtfau­na, um danach fast ganz auszubleiben.

Es folgt eine Blütezeit von *Haplophragmoides robustus* ISRAELSKY, *H. excavatus* CUSHMAN & WATERS und *Trochammina* sp. (bis Probe 2005 II 51), die von dem anschließenden Plankton-Ereignis (bis Probe 41) unterbrochen wird. Vor Beginn und nach Ende dieses Ereignisses liegen jeweils auffallende Maxima von *Triplasia murchisoni* REUSS. Während des Plankton-Ereignisses fällt *Ammobaculites taylorensis* CUSHMAN & WATERS auf 4–5% zurück, obwohl dies einer der häufigsten Sandschaler im Schurfprofil ist (bis zu 35% der Gesamtfau­na in Probe 54 und fast 34% in Probe 1). KUHN (1972: 500, Taf.1, Fig. 8) gibt die Art auch aus der Amden-Formation der Schweiz an.

Den mittleren Teil des Schurfprofils vom Schellenbach (Proben 2005 II 36 bis 28) prägen *Arenobulimina puschi* (REUSS), *A. sp.* und *Ataxophragmium crassum* (D'ORBIGNY). *Arenobulimina preslii* (REUSS) erscheint erst im Campanium der Pinswanger Schichten (Pinswang-Subformation). Den ganzen oberen Profiltail (ab Probe 2005 II 28) charakterisiert *Rheophax inornatus* YOUNG.

Die wichtigsten benthonischen Foraminiferen der oberen Amden-Formation vom Schellenbach:

Rhabdammina sp.
Saccammina sp.
Thurammina sp.
Ammodiscus cretaceus (REUSS)
Ammodiscus sp.
Glomospira charoides (JONES & PARKER)
Rheophax inornatus YOUNG [h]
Ammobaculites sp.
Ammobaculites taylorensis CUSHMAN & WATERS [h]
Haplophragmoides robustus ISRAELSKY
Haplophragmoides excavatus CUSHMAN & WATERS
Trochammina sp.
Triplasia murchisoni REUSS
Spiroplectammina sp.
Verneuilina muensteri REUSS
Arenobulimina puschi (REUSS)
Ataxophragmium crassum (D'ORBIGNY)
Marssonella trochus (D'ORBIGNY)
Dorothia oxycona (REUSS)
Lenticulina (*Lenticulina*) *exarata* (HAGENOW)
Lenticulina (*Lenticulina*) cf. *lobata* (REUSS)
Lenticulina (*Lenticulina*) *secans* (REUSS)
Lenticulina (*Robulus*) *muensteri* (ROEMER) [h]
Lenticulina (*Saracenaria*) *meudonensis* (MARIE)
Lenticulina (*Saracenaria*) *navicula* (D'ORBIGNY)
Dentalina basiplanata CUSHMAN
Dentalina laevigata (NILSSON)
Dentalina sororia REUSS
Dentalina steenstrupi REUSS
Nodosaria bighornensis YOUNG
Nodosaria cf. *latejugata* GÜMBEL
Nodosaria obscura REUSS
Marginulina sp.
Fronicularia archiaciana D'ORBIGNY
Fronicularia cf. *goldfussi* REUSS
Fronicularia inversa REUSS
Citharinella ornata MARIE
Neoflabellina santonica KOCH (früher = *N. ovalis* WEDEKIND)
Neoflabellina suturalis suturalis (CUSHMAN)
Neoflabellina suturalis praecursor (WEDEKIND)
Vaginulinopsis austiniana (CUSHMAN)
Vaginulinopsis trilobata (D'ORBIGNY)
Pyrulina cylindroides (ROEMER)
Bolivina incrassata REUSS ssp.
Praebulimina ventricosa (BROTZEN) [h: klein]
Loxostomum rostratum EHRENBERG [klein]
Reussella cushmani BROTZEN [h: klein]
Quadriformina allomorphinoides (REUSS)
Quadriformina camerata (BROTZEN)
Nonionella cretacea CUSHMAN
Valvulineria lenticula (REUSS)
Cibicides excavatus BROTZEN
Globorotalites michelinianus (D'ORBIGNY)
Globorotalites multisepta (BROTZEN)
Gyroidinoides nitidus (REUSS) [h: klein]
Gyroidinoides subangulatus (PLUMMER)
Gyroidinoides umbilicatus (D'ORBIGNY)
Gavelinella hofkeri (GOEL)
Gavelinella pseudoexcolata (KALININ)
Gavelinella schloenbachi (REUSS)

3.10 Radiolarien

Radiolarien waren in der helvetischen Ober-Kreide bisher noch nicht bekannt. Nur aus den inneralpinen Gosau Becken

von Bad Reichenhall und Salzburg wurden reiche Radiolarien-Vorkommen des Mittel- bis Ober-Campaniums für die globale Radiolarien-Stratigraphie und -Taxonomie herangezogen (FOREMAN 1966; RIEDEL & SANFILIPPO 1974; EMPSON-MORIN 1984; SANFILIPPO & RIEDEL 1985) und schließlich monographisch bearbeitet (STEIGER 1998).

3.10.1 Radiolarien vom Schellenbach

In der oberen Amden-Formation sind die Radiolarien meist kalkig erhalten, seltener als unbestimmbare Brauneisen-Steinkerne. Die beste Erhaltung zeigen sie in dunklen, schwarzgrauen halbfesten Mergeln bei 14 m, dicht unterhalb des Schürf-Profiles (Probe 2005 II 66). In dieser Probe sind bereits über 65 Taxa nachzuweisen, während in Probe 2005 II 62 (33 m unterhalb des Stallauer Grünsandsteins) nur wenige winzige Spumellariina vorkommen. Bei 17,5 m unterhalb des Stallauer Grünsandsteins erscheint eine individuenarme aber schon relativ diverse Radiolarien-Fauna. An der Basis des Schurfprofils (Proben 2005 II 61/60) sind die Radiolarien zwar artenreich vertreten, aber bis in Probe 2005 II 51 noch individuenarm. Danach werden die Pseudoaulophacidae sehr häufig und dominierend. In der reichsten Probe, 2005 II 46, ist diese Familie allein mit 190 Exemplaren pro Schüttung gezählt worden. Bereits im Bereich der Proben 42 bis 40 geht die Individuenzahl wieder stark zurück und in Probe 31 sind nur noch wenige Taxa nachzuweisen. Insgesamt enthält die oberste Amden-Formation vom Schellenbach über 100 verschiedene Taxa, von denen über 60 auf die Spumellariina und knapp 40 auf die Nassellariina entfallen.

In folgender Liste werden für das Ober-Coniacium (Co) und Ober-Santonium (Sa) der Amden-Formation Häufigkeitsangaben gemacht: ss – sehr selten (single specimen), s – selten (seldom), ns – allgemein verbreitet (common), h – häufig (abundant). Das Mittel-Campanium der Pattenau-Formation vom Schellenbach (Ca) ist nur zum Vergleich aufgeführt, soweit die Taxa schon im Santonium vertreten sind:

Unterordnung Spumellariina EHRENBERG, 1875
 Gattung *Hexapyramis* SQUINABOL, 1903
 H. pantanellii SQUINABOL, 1903; Sa (ss), Ca (ns)
 Gattung *Acaeniotyle* FOREMAN, 1973
 A. cf. umbilicata (RÜST, 1898); Sa (s)
 Gattung *Cavaspongia* PESSAGNO, 1973
 C. sp.; Sa (s)
 Gattung *Dumitricaia* PESSAGNO, 1976
 D. ? sp.; Sa (s)
 Gattung *Heliodiscus* HAECKEL, 1881
 H. ? n.sp. A; Co (ns), Sa (s)
 Gattung *Praeconocaryomma* PESSAGNO, 1976
 P. californiensis PESSAGNO, 1976; Co (s), Sa (ns)
 P. lipmanae PESSAGNO, 1976; Co (ns), Sa (cf.:s)
 P. universa PESSAGNO, 1976; Sa (ns)
 Gattung *Dactyliosphaera* SQUINABOL, 1904
 D. aff. persenex (PESSAGNO, 1976); Co (ns), Sa (ss)
 D. aff. regis (PESSAGNO, 1976); Co (s)
 D. aff. sempiterna (PESSAGNO, 1976); Co (ss), Sa (s)
 D. silviae SQUINABOL, 1904; Co (ns)
 D. tecta (TUMANDA, 1989); Co (s)
 Gattung *Orbiculiforma* PESSAGNO, 1973
 O. monticelloensis PESSAGNO, 1973; Co (ns), Sa (s)

- O. quadrata* PESSAGNO, 1973; Co (s)
O. vacaensis PESSAGNO, 1973; Co (ns)
- Gattung *Crucella* PESSAGNO, 1971
C. cachensis PESSAGNO, 1971; Co (ns), Sa (ns)
C. ? cf. cachensis PESSAGNO, 1971; Sa (s)
C. crucifera (LIPMAN, 1952); Co (s)
C. espartoensis PESSAGNO, 1971; Sa (s)
C. irwini PESSAGNO, 1971; Co (s), Sa (ns)
C. aff. irwini PESSAGNO, 1971; Sa (s)
C. cf. messinae PESSAGNO, 1971; Co (s), Sa (s)
C. plana PESSAGNO, 1971; Sa (s), Ca (cf.: s)
C. cf. thurowi E.STEIGER, 1998; Sa (s)
- Gattung *Pseudocrucella* BAUMGARTNER, 1980
P. cf. kubischa EMPSON-MORIN, 1981; Sa (ss)
- Gattung *Cyclastrum* RÜST, 1898
C. infundibuliforme RÜST, 1898; Co (s), Sa (?), Ca (cf.: s)
C. sp., ex gr. satoi (TUMANDA, 1989); Sa (ss)
- Gattung *Paronaella* PESSAGNO, 1971
P. ? acuta O'DOGHERTY, 1994; Sa (ns)
P. californiensis (PESSAGNO, 1971); Sa (ss)
P. communis (SQUINABOL, 1903); Co (s), Sa (s)
P. isariana n.sp.; Co (? ss), Sa (ns)
P. ? pseudoaulophacoides O'DOGHERTY, 1994; Sa (ns)
P. ? sp., cf. pseudoaulophacoides O'DOGHERTY, 1994; Sa (s)
P. solanoensis PESSAGNO, 1971; Co (ss)
P. variabilis E.STEIGER, 1998; Sa (s), Ca (s)
P. venadoensis PESSAGNO, 1971; Co (s), Sa (ns)
- Gattung *Pessagnobrachia* KOZUR & MOSTLER, 1978
P. cf. delvallensis (PESSAGNO, 1971); Sa (ss)
P. fabianii (SQUINABOL, 1914); Co (s), Sa (s)
P. macphersoni O'DOGHERTY, 1994; Co (s), Sa (s)
P. aff. triacanthos (SQUINABOL, 1903); Sa (s)
- Gattung *Pseudoaulophacus* PESSAGNO, 1963
P. bitriangularis E.STEIGER, 1998; Sa (s)
P. aff. colburni PESSAGNO, 1972; Sa (s)
P. delvallensis PESSAGNO, 1976; Sa (ss)
P. floresensis PESSAGNO, 1963; Sa (ns)
P. lenticulatus (WHITE, 1928); Sa (h), Ca (s)
P. pargueraensis PESSAGNO, 1963; Sa (s), Ca (s)
P. praefloresensis PESSAGNO, 1972; Co (ns), Sa (h), Ca (s)
P. putahensis PESSAGNO, 1972; Co (s)
P. venadoensis PESSAGNO, 1972; Co (s), Sa (s)
P. vielseitigus EMPSON-MORIN, 1981; Sa (s)
- Gattung *Alievium* PESSAGNO, 1972
A. gallowayi (WHITE, 1928); Sa (ns)
A. murphyi PESSAGNO, 1972; Co (s), Sa (ns), Ca (s)
A. praegallowayi PESSAGNO, 1972; Co (? ss), Sa (h), Ca (s)
A. sp., ex gr. gallowayi (WHITE, 1928); Sa (s)
A. sp., cf. zartum EMPSON-MORIN, 1981; Sa (ns)
A. superbum (SQUINABOL, 1914); Co (ns), Sa (s), Ca (s)
- Gattung *Patellula* KOZLOVA, 1972
P. aff. ecliptica O'DOGHERTY, 1994; Co (ns)
P. aff. excelsa E.STEIGER, 1998; Sa (ns)
P. planoconvexa (PESSAGNO, 1963); Co (ns), Sa (h)
P. aff. spica O'DOGHERTY, 1994; Sa (s)
P. verteroensis (PESSAGNO, 1963); Sa (s), Ca (s)
- Gattung *Dactyliodiscus* SQUINABOL, 1903
D. longispinus (SQUINABOL, 1904); Co (s)
D. sp.; Sa (ns)
- Gattung *Godia* WU, 1986
G. cf. concava (LI & WU, 1985); Co (s)
G. aff. decora (LI & WU, 1985); Co (s)
G. gorkae n.sp.; Sa (ns)
G. aff. igoi (TUMANDA, 1989); Co (ss)
- G. cf. pelta* O'DOGHERTY, 1994; Sa (s)
- Gattung *Histiastrium* EHRENBERG, 1847
H. aster LIPMAN, 1952; Co (s)
- Gattung *Euchitonia* EHRENBERG, 1860
E. ? santonica LIPMAN, 1952; Co (s), Sa (s)
- Gattung *Stylodictya* EHRENBERG, 1847
S. ? cf. haeckeli ZITTEL, 1876; Co (s), Sa (s)
- Gattung *Tessarastrum* HAECKEL, 1887
T. ? aff. quadratum LIPMAN, 1952; Sa (s)
- Gattung *Archaeospongoprimum* PESSAGNO, 1973
A. cf. andersoni PESSAGNO, 1973; Sa (s)
A. bipartitum PESSAGNO, 1973; Sa (s)
A. cf. nishiyamae NAKASEKO & NISHIMURA, 1981; Co (s), Sa (s), Ca (s)
A. rumseyensis PESSAGNO, 1973; Sa (s)
- Gattung *Cromyodruppa* HAECKEL, 1887
C. ? cf. concentrica LIPMAN, 1952
- Gattung *Pyramispongia* PESSAGNO, 1973
P. aff. costarricensis (SCHMIDT-EFFING, 1980); Co (ns)
P. glascokensis PESSAGNO, 1973; Co (ns)
- Gattung *Quinquecapsularia* PESSAGNO, 1971
Q. ? sp.; Sa (ss)
- Gattung *Acanthocircus* SQUINABOL, 1903
A. nodosus E.STEIGER, 1998; Sa (ss)
A. sp. D KUHN et al., 1986; Sa (s)
A. tympanum O'DOGHERTY, 1994; Co (ns), Sa (ns)
- Unterordnung Nassellariina
- Gattung *Gongylothorax* FOREMAN, 1968
G. aff. annulatus DUMITRICA, 1970; Co (s)
- Gattung *Heliocryptocapsa* DUMITRICA, 1970
H. aff. neagui DUMITRICA, 1970; Co (ss)
H. sp., cf. neagui DUMITRICA, 1970; Co (ns), Sa (s), Ca (s)
- Gattung *Cryptamphorella* DUMITRICA, 1970
C. clivosa (ALIEV, 1967); Co (ns), Sa (aff.: s)
C. conara (FOREMAN, 1968); Co (ns), Sa (s)
C. cf. gilkeyi (DUMITRICA, 1972); Co (ss)
C. macropora DUMITRICA, 1970; Co (s), Sa (s)
C. sphaerica (WHITE, 1928); Sa (ss)
- Gattung *Hemicryptocapsa* TAN SIN HOK, 1927
H. capita ? TAN SIN HOK, 1927; Co (ss)
H. prepolyhedra DUMITRICA, 1970; Co (s)
H. tuberosa DUMITRICA, 1970; Sa (s)
- Gattung *Holocryptocanium* DUMITRICA, 1970
H. barbui DUMITRICA, 1970; Co (s), Sa (cf.: ss)
H. tuberculatum DUMITRICA, 1970; Co (ns), Sa (s), Ca (s)
- Gattung *Immersothorax* DUMITRICA, 1970
I. aff. cyclops DUMITRICA, 1970; Co (s)
I. sp., cf. cyclops DUMITRICA, 1970; Co (ss)
- Gattung *Trisyringium* VINASSA, 1901
T. echitonicum (ALIEV, 1967); Co (s)
- Gattung *Theocampe* HAECKEL, 1887
T. tina (FOREMAN, 1971); Sa (ss)
- Gattung *Diacanthocapsa* SQUINABOL, 1903
D. antiqua (SQUINABOL, 1903); Co (s), Sa (cf.: s)
D. aff. bumasta (RIEDEL & SANFILIPPO, 1974); Sa (ss)
D. cf. rara SQUINABOL, 1904; Sa (ns)
D. sp. DUMITRICA (1970: Taf. 8, Fig. 44); Sa (s)
D. cf. umbilicata DUMITRICA, 1970; Co (ns), Sa (s)
- Gattung *Archaeodictyomitra* PESSAGNO, 1976
A. montisserei (SQUINABOL, 1903); Co (s), Sa (s)
- Gattung *Dictyomitra* ZITTEL, 1876
D. aff. communis (SQUINABOL, 1904); Co (s), Sa (s)
D. koslovae FOREMAN, 1975; Sa (s), Ca (s)

- D. multicostata* ZITTEL, 1876; Co (s), Sa (s)
D. napaensis PESSAGNO, 1976; Sa (ss)
 Gattung *Pseudodictyomitra* PESSAGNO, 1977
P. cf. carpatica (LOZYNIK, 1969); Co (s), Sa (s)
P. formosa (SQUINABOL, 1904); Co (ss); Sa (ss)
P. cf. formosa (SQUINABOL, 1904); Co (ss)
P. pseudomacrocephala (SQUINABOL, 1903); Co (ss)
 Gattung *Mita* PESSAGNO, 1977
M. cf. gracilis (SQUINABOL, 1903); Sa (s)
 Gattung *Amphipyndax* FOREMAN, 1966
A. aff. polyporus (ZITTEL, 1876); Sa (s)
A. pseudoconulus (PESSAGNO, 1963); Co (s), Sa (s)
A. stocki (CAMPBELL & CLARK, 1944); Co (s), Sa (s), Ca (s)
A. tylotus FOREMAN 1978; Sa (ss)
 Gattung *Squinabollum* DUMITRICA, 1970
S. aff. fossile (SQUINABOL, 1903); Co (ss)
 Gattung *Tubilustrum* O'DOHERTY, 1994
T. transmontanum O'DOHERTY, 1994; Sa (s)
 Gattung *Neorelumbra* KIESSLING, 1995
N. ? sp.; Sa (s), Ca (? ns)
 Gattung *Crolanium* PESSAGNO, 1977
C. sp., ex gr. *pulchrum* (SQUINABOL, 1903); Co (ss)
 Gattung *Xitus* PESSAGNO, 1977
X. ? aff. alius E.STEIGER, 1998; Co (?), Sa (s), Ca (ns)
X. asymbatos FOREMAN, 1968; Sa (s), Ca (s)
X. mirus E.STEIGER, 1998; Sa (s), Ca (ns)
X. cf. plenus PESSAGNO, 1977; Co (s), Sa (s)
X. spicularius (ALIEV, 1965); Co (s)
 Gattung *Novixitus* PESSAGNO, 1977
N. cf. weyli SCHMIDT-EFFING, 1980; Co (s), Sa (s)
 Gattung *Eucyrtidium* EHRENBURG, 1847
E. ex gr. carnegiense CAMPBELL & CLARK, 1944; Sa (s), Ca (s)
 Gattung *Stichomitra* CAYEUX, 1897
S. aff. alamedaensis (CAMPBELL & CLARK, 1944); Sa (s)
S. cf. mediocris (TAN SIN HOK, 1927); Sa (s)
 Gattung *Spongostichomitra* O'DOHERTY, 1994
S. cf. elatica (ALIEV, 1968); Sa (s)
 Gattung *Rhopalosyringium* (CAMPBELL & CLARK, 1944)
Rh. cf. fossile (SQUINABOL, 1903); Sa(ns)
Rh. hispidum O'DOHERTY, 1994; Sa (s)
Rh. scissum O'DOHERTY, 1994; Sa (s)

Zu dem großen Artenreichtum mit über 100 Arten kommt im Santonium eine hohe Variabilität, wie sie KUHNT et al. (1986: 216 f.) auch im anoxischen Grenzbereich Cenomanium/Turonium feststellten, wo zahlreiche Übergangsformen die Bestimmung erschweren. In diesem Bereich wurden von KUHNT et al. (1986: 217) auch ganz verschiedene Wachstumsstadien nebeneinander beobachtet, wie sie ebenfalls im Santonium der Amden-Formation zu verzeichnen sind. Im Folgenden können nur die wichtigsten Familien besprochen und nur einige wenige neue Arten beschrieben werden, die für das Santonium der Amden-Formation typisch und stratigraphisch auf diesen Bereich beschränkt sind, also im Coniacium noch ebenso fehlen, wie später im mittleren Campanium. In der Systematik wird hier meist DE WEVER et al. (2001) gefolgt.

Familie Pseudoaulophacidae RIEDEL, 1967

Die Pseudoaulophacidae sind (mit etwa 50% aller Radiolarien in Probe 2005 II 46) die häufigste Radiolarien-Familie des Santoniums vom Schellenbach, während im oberen Coniacium der Amden-Formation zunächst die Dactyliosphaeridae überwiegen. Erst in der obersten Coniacium-Probe (2005 II 65) sind dann beide Familien etwa gleich stark vertreten.

Patellula wird, wie bisher üblich, bei den Pseudoaulophacidae belassen, da sie von DE WEVER et al. (2001: 166) nur mit ? zu den Sponguridae gestellt wurde. *Patellula cf. spica* O'DOHERTY besitzt teilweise schon größere Poren und kaum Stacheln (möglicherweise erhaltungsbedingt) und vermittelt so zu *P. excelsa* E.STEIGER aus dem höheren Campanium, die bereits mit einigen noch nicht ganz typischen Exemplaren vertreten ist (Taf. 3, Fig. 26–27). Die beiden Arten treten am Schellenbach ab 14,5 m bis 2005 II 40 hinauf in unterschiedlicher, meist geringer Häufigkeit auf. *Patellula planoconvexa* (PESSAGNO) ist in der Amden-Formation (Taf. 1, Fig. 15; Taf. 3, Fig. 28–29) bei weitem häufiger als die eher seltene *P. verteroensis* (PESSAGNO) mit ventraler Vertiefung (Taf. 3, Fig. 30–31). *Patellula aff. ecliptica* O'DOHERTY besitzt im Coniacium wie die meisten Radiolarien keine Stacheln mehr (Taf. 1, Fig. 16–17) und fehlt im Santonium der Amden-Formation.

Pseudoaulophacus bitriangularis E.STEIGER (Taf. 3, Fig. 25) soll nach STEIGER (1998: 55) im höheren Campanium Übergänge zu *P. vielseitigus* EMPSON-MORIN aufweisen (Taf. 3, Fig. 23), der von EMPSON-MORIN (1981) ebenfalls aus dem Campanium beschrieben wurde. Beide Arten sind im Santonium vom Schellenbach noch selten. *Pseudoaulophacus floresensis* PESSAGNO wird hier vor allem durch die stärker ausgeprägten Tholi (Taf. 3, Fig. 21) von *P. venadoensis* PESSAGNO (Taf. 1, Fig. 22; Taf. 3, Fig. 22) unterschieden, da die langen Stacheln ebenso wie bei den sonst besser erhaltenen *P. floresensis* aus der Gosau (STEIGER 1998) allenfalls ansatzweise erhalten sind. Nach PESSAGNO (1976: 28, Abb. 9) kommt *P. floresensis* ab dem Santonium, *P. venadoensis* schon im Coniacium vor. VISHNEVSKAYA & DE WEVER (1998: Tab. 3) führen beide Arten im Coniacium auf, *P. venadoensis* aber nicht mehr im Santonium des Moskauer Beckens. Der mehr dreieckige *P. praefloresensis* PESSAGNO (Taf. 1, Fig. 23; Taf. 3, Fig. 19–20) ist in der ganzen oberen Amden-Formation nicht selten.

Alievium gallowayi (WHITE) (Taf. 4, Fig. 7–8) zeigt nur noch ausnahmsweise erhaltene Stachelansätze mit rundlichem Querschnitt, wodurch es sich vom stärker gewölbten *A. praegallowayi* PESSAGNO (Taf. 4, Fig. 4–5) unterscheidet, aus dem es im Santonium hervorgeht (PESSAGNO 1976: 27). Das größere und flachere *A. murphyi* PESSAGNO (Taf. 4, Fig. 9) und das kugelige *A. superbium* (SQUINABOL) (Taf. 4, Fig. 6) mit weniger regelmäßig in Reihen angeordneten Porenrahmen, kommen auch noch im höheren Campanium der Gosau vor (STEIGER 1998). O'DOHERTY (1994: 42, Abb. 9b) verwendet *A. superbium* als Zonen-Index schon ab dem Unter-Turonium.

Die meisten Arten der Gattung *Godia* sind in der Amden-Formation recht selten. Nur eine neue Art tritt in fast allen Proben des höheren Santoniums regelmäßig auf:

Godia gorkae n. sp.
Taf. 4, Fig. 10–14

1989 *Pseudoaulophacus lenticulatus* (WHITE, 1928) – GORKA: 336, Taf. 9, Fig. 2.

Holotypus: 2005 II 45/1 (Taf. 4, Fig. 13).

Paratypus: 2005 II 45/2.

Locus typicus: Schellenbach bei Bad Heilbrunn (R 44 60 100, H 52 89 050) bei 790 m NN.

Stratum typicum: Obere Amden-Formation, höheres Santonium (*asymetrica*-Zone), Probe 2005 II 45 (Z 6).

Material: Über 50 isolierte Exemplare vom Schellenbach (Schurfprofil).

Derivatio nominis: nach H. GORKA (Warschau), die die Art meines Wissens zuerst abgebildet hat.

Maße: Holotypus: 255 µm Schalen-Durchmesser, 127 µm zentraler Ringwulst-Durchmesser, 47 µm Durchmesser der zentralen Vertiefung. Schalen-Dicke 133 µm incl. Ringwulst, 67 µm ohne Ringwulst (2005 II 66/32). Max. Schalen-Durchmesser 287 µm, min. zentraler Ringwulst-Durchmesser 103 µm (2005 II 66/31).

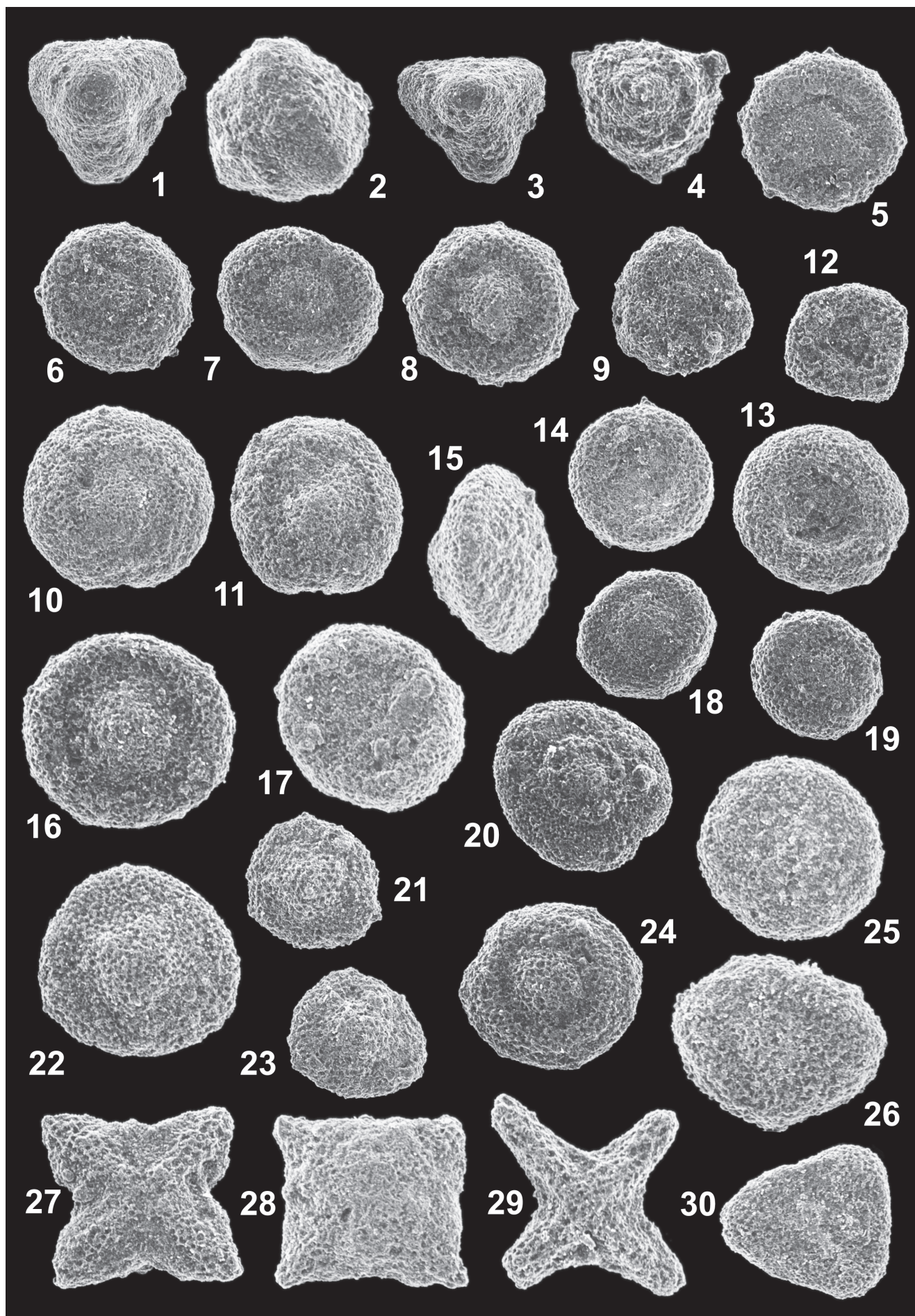
Diagnose: Die scheibenförmige Art hat auf beiden Seiten innerhalb einer kraterartigen Erhebung eine enge zentrale Vertiefung, die von einem oft knotigen Wall umgeben ist. Umriß rund mit bis zu 12 feinen Stacheln.

Beschreibung: Der Umriß ist immer rund, allenfalls leicht oval. Scheibe flach, mit schmal gerundeter bis kantiger

Tafel 1:

Spumellarien (Radiolarien) aus dem Ober-Coniacium der Amden-Formation von Bad Tölz, Kernbohrung B26, Teufen 30 m (2005 II 65) und 34,9–35,0 m (2005 II 64); REM-Träger B26.

- Fig. 1 – 3: *Pyramispongia* aff. *costarricensis* (SCHMIDT-EFFING);
1: basale Öffnung rechts; x 100; BSP 2005 II 65/1.
2: stärker aufgeblähte Form, ähnlich dem Typus, jedoch mit undeutlicher mittlerer Cupula; x 150; BSP 2005 II 65/4.
3: Basis rechts, Seiten leicht konkav; x 150; BSP 2005 II 64/1.
- Fig. 4: *Pyramispongia glascocksensis* PESSAGNO, von oben; x 150; BSP 2005 II 65/3.
- Fig. 5: *Dactyliosphaera tecta* (TUMANDA), schmale Furche zwischen Randwulst und Zentralfeld, feinporig; x 100; BSP 2005 II 65/8.
- Fig. 6 – 8: *Dactyliosphaera silviae* SQUINABOL, breite Furche zwischen Randwulst und Zentralfeld, gröber porig; x 100;
6: BSP 2005 II 65/7.
7: BSP 2005 II 65/10.
8: BSP 2005 II 65/9.
- Fig. 9: *Dactyliosphaera* aff. *regis* (PESSAGNO); x 100; BSP 2005 II 65/11.
- Fig. 10 – 11: *Dactyliosphaera* aff. *persenex* (PESSAGNO), Randwulst mehr oder minder stark eingekerbt, vom Zentralfeld undeutlich abgegrenzt; x 100;
10: breite Form, dick, bikonvex; BSP 2005 II 64/4.
11: ovale Form; BSP 2005 II 64/5.
- Fig. 12: *Orbiculiforma quadrata* PESSAGNO; x 150; BSP 2005 II 64/8.
- Fig. 13: *Orbiculiforma monticelloensis* PESSAGNO, breiter, außen gerundeter Randwulst; x 100; BSP 2005 II 64/9.
- Fig. 14: *Orbiculiforma vacaensis* PESSAGNO, mit senkrechter, flacher Außenseite; x 100; BSP 2005 II 65/13.
- Fig. 15: *Patellula planoconvexa* PESSAGNO, Seitenansicht; x 150; BSP 2005 II 65/15.
- Fig. 16 – 17: *Patellula* aff. *ecliptica* O'DOHERTY; x 150;
16: Oberseite mit relativ breiter Furche um das Zentralfeld; BSP 2005 II 64/10.
17: Gegenseite, flach bis schwach konkav; BSP 2005 II 64/11.
- Fig. 18 – 19: *Dactylodiscus longispinus* (SQUINABOL); x 100;
18: beidseitig konvex, erhöhtes Zentralfeld ohne umgebende Furche; BSP 2005 II 65/5.
19: nur Basen der namengebenden langen Stacheln erhalten; BSP 2005 II 65/6.
- Fig. 20: *Godia* aff. *igoii* (TUMANDA), Peripherie mehr abgerundet dreieckig und eingekerbt im Unterschied zum Typus; x 150; BSP 2005 II 65/12.
- Fig. 21: *Pseudoaulophacus putabensis* PESSAGNO; x 150; BSP 2005 II 64/23.
- Fig. 22: *Pseudoaulophacus venadoensis* PESSAGNO; x 150; BSP 2005 II 64/24.
- Fig. 23: *Pseudoaulophacus praefloresensis* PESSAGNO; x 150; BSP 2005 II 65/27.
- Fig. 24: *Godia* cf. *concava* (LI & WU), bikonvex, mit einem wulstigen Ring um eine Einsenkung mit starker zentraler Erhebung; x 100; BSP 2005 II 64/6.
- Fig. 25: *Godia* aff. *decora* (LI & WU), bikonvex mit zentraler Erhöhung inmitten feiner Pusteln; x 150; BSP 2005 II 65/16.
- Fig. 26: *Dactyliosphaera* aff. *sempiterna* (PESSAGNO); x 150; BSP 2005 II 65/17.
- Fig. 27 – 28: *Crucella crucifera* (LIPMAN), x 150;
27: leicht erhöhtes Zentralfeld; BSP 2005 II 65/19.
28: mit großem Patagium; BSP 2005 II 64/15.
- Fig. 29: *Crucella* cf. *messinae* PESSAGNO; x 150; BSP 2005 II 65/20.
- Fig. 30: *Cyclastrum infundibuliforme* RÜST; x 150; BSP 2005 II 65/18.



Peripherie, die nach GORKA (1989) bis zu 12 feine Stacheln mit rundlichem Querschnitt tragen kann. Im Material vom Schellenbach sind sehr viel weniger Stachelansätze erhalten. Als Extrem kommen selten auch dickere Scheiben mit breit gerundeter Peripherie fast ohne Stachelansätze vor (Proben 2005 II 45 und 46). Die zentrale kraterförmige Erhebung ist meist relativ schmal (ca. 1/3 des Scheibendurchmessers), kann aber auch recht weite Krater-Öffnungen besitzen. Der Kraterand ist vielfach grob knotig, meist aber wulstartig. Er fällt innen und außen steil ab. Maschenwerk polygonal und unregelmäßig, nie mit den für *Pseudoaulophacus* typischen Porenrahmen.

Beziehungen: Zu *Pseudoaulophacus lenticulatus* (WHITE) konnten keine Übergänge beobachtet werden, obwohl diese häufigere Art in denselben Proben teilweise recht variabel auftritt. Ein Krater kann bei *lenticulatus* allenfalls bei starker Anlösung vorgetäuscht werden. Die Tholi dieser Art fallen flacher ab als bei *G. gorkae*. Dagegen gibt PESSAGNO (1963: 199, Taf. 3, Fig. 7) bei einer *Patellula* sp. A aus dem Unter-Campanium einen kraterförmigen Tholus an, während die andere Seite gattungstypisch flach bleibt. *Godia* cf. *pelta* O'DOHERTY besitzt in der Amden-Formation nur einen feinen knotigen Ring um eine zentrale, nicht eingetiefte Erhebung (Taf. 4, Fig. 15). *Godia* cf. *concava* (LI & WU) zeigt im Coniacium eine breite zentrale Erhebung innerhalb des weit außen liegenden wulstigen Rings (Taf. 1, Fig. 24).

Verbreitung: *Godia gorkae* n.sp. scheint auf das (höhere) Santonium und Unter-Campanium begrenzt zu sein, da sie weder im Ober-Coniacium der Amden-Formation, noch im Mittel-Campanium der Pattenau-Formation sowie der Gosau von Salzburg (STEIGER 1998) beobachtet wurde. Am Schellenbach ist die Art an der Basis des Schurfgrabens bereits selten vorhanden, jedoch nicht tiefer. Geographisch ist sie bisher nur vom nördlichen Alpenrand (Helvetikum) und aus den Karpaten nachgewiesen.

Bemerkung: DE WEVER et al. (2001: 146) stellen auch *Dactyliodiscus* zu den Pseudoaulophacidae. Die Gattung kommt im Santonium der Amden-Formation häufig mit einem bikonvexen *Dactyliodiscus* sp. vor, der in schlechter erhaltenen Proben leicht mit dem daneben ebenfalls verbreiteten *Pseudoaulophacus lenticulatus* zu verwechseln ist, aber bei guter Erhaltung keinen Tholus und auch nicht die typischen Porenrahmen aufweist. Im Coniacium der Amden-Formation ist *Dactyliodiscus longispinus* (SQUINABOL) vertreten, bei dem das erhöhte Zentralfeld im Gegensatz zur Santonium-Form deutlich begrenzt ist (Taf. 1, Fig. 18–19). Aus *D. longispinus* könnte die Santonium-Form hervorgegangen sein.

Familie Angulobracchiidae BAUMGARTNER, 1980

Diese Familie macht kaum 1% der Radiolarien-Faunen aus, bietet aber charakteristische Formen. Die Typus-Art von *Paronaella*, *P. solanoensis* PESSAGNO aus dem unteren Coniacium von Californien, wurde im oberen Coniacium der Amden-Formation nur noch sehr selten angetroffen (Taf. 2, Fig. 7). Ebenso ist *P. californiensis* (PESSAGNO) im Santonium vom Schellenbach sehr selten und etwas breiter als im Unter-Campanium von Californien. Aber die von O'DOHERTY (1994:

355, Taf. 67, Fig. 1–7) aus dem Unter-Turonium abgebildeten Stücke haben teilweise ähnlich breite Arme. Häufiger ist im Santonium vom Schellenbach:

Paronaella isariana n. sp.

Taf. 5, Fig. 1–4

Holotypus: 2005 II 66/50 (Taf. 5, Fig. 1).

Paratypus: 2005 II 66/49 (Taf. 5, Fig. 2).

Locus typicus: Schellenbach bei Bad Heilbrunn, bei 800 m NN.

Stratum typicum: Obere Amden-Formation, höheres Santonium (*asymetrica*-Zone), Probe 2005 II 66, 14 m unter dem Stallauer Grünsandstein.

Material: über 40 isolierte Exemplare aus dem Schellenbach-Profil, davon 20 aus 2005 II 44.

Derivatio nominis: Nach dem Fluß Isar, an dem Bad Tölz liegt.

Maße: Holotypus: Durchmesser 280 µm, Arm-Länge 88 bis 108 µm, Breite der Arm-Enden 100 µm. Paratypus: Durchmesser 273 µm, Arm-Länge 100 bis 108 µm, Breite der Arm-Enden 100 bis 133 µm.

Diagnose: Eine Art von *Paronaella* mit kräftigen Armen, deren breite Enden mehr oder minder gerade abgestutzt sind, mit allenfalls kleinem Primärstachel und rechtwinklig abstehenden Seitenstacheln. Zentralfeld erhöht.

Beschreibung: Von dem deutlich, oft knopfartig erhöhten Zentralfeld gehen 3 dicke Arme aus, die sich am Ende dreieckig verbreitern, und oft nach einem dreieckigen schrägen Abfall gerade abgeschnitten sind. Gelegentlich kommen auch leicht gerundete Enden der Arme vor. Der Primärstachel in der Mitte ist allenfalls klein. Dagegen hat die Art kräftige, senkrecht zur Achse der Arme stehende Seitenstacheln am Ende der Arme. Das Patagium kann fehlen, so daß eine hohe Seitenfläche entsteht, oder so groß entwickelt sein, daß der Umriss sechseckig wird. Auf den meist dreieckigen Porenrahmen der Arme sitzen zahlreiche kleine Knoten.

Beziehungen: Bei der Typ-Spezies *P. solanoensis* PESSAGNO aus dem Coniacium sind die Enden der Arme kaum verbreitert und die Seitenstacheln schräg gestellt. Das Zentralfeld dieser Art ist kaum erhöht. Im Gegensatz zu *P. californiensis* (PESSAGNO) aus dem Unter-Campanium stehen bei *P. isariana* die Seitenstacheln rechtwinklig und der Primärstachel an den abgeschrägten Enden der Arme ist viel kleiner. Das feinere Maschenwerk ist mit Knoten bedeckt. Recht ähnlich ist *Paronaella* sp. 5 STEIGER (1998: Taf. 12, Fig. 3), deren Arm-Enden aber konkav und ohne Stacheln sind. *P. trinoda* E. STEIGER unterscheidet sich durch das Fehlen von Seitenstacheln, könnte aber aus *P. isariana* im Campanium hervorgegangen sein. *P. trinoda* erscheint am Schellenbach erst im Mittel-Campanium der Pattenau-Formation.

Verbreitung: Höheres Santonium der Amden-Formation, ähnlich im höheren Campanium der Salzburger Gosau.

Bemerkungen: Die häufigste *Paronaella* ist im Santonium (Probe 2005 II 45) *P. venadoensis* PESSAGNO, die PESSAGNO (1976: Abb. 9) nur aus dem Coniacium angibt, wo sie aber in der Amden-Formation nur selten gefunden wurde (Taf. 2, Fig. 5; Taf. 4, Fig. 20). Die der Form nach ähnliche *P. enormis* E. STEIGER besitzt gröbere Porenrahmen und dabei Übergänge

zu *P. variabilis*, die STEIGER (1998) aus dem höheren Campanium der Salzburger Gosau beschrieben hat. *P. variabilis* hat im Santonium vom Schellenbach noch relativ schlanke Arme mit spitzen Enden. Schon im oberen Coniacium der Amden-Formation kommen nicht selten Übergangsformen von *P. communis* (SQUINABOL) zu *P. variabilis* vor, doch gibt es auch im Santonium noch typische gedrungene *P. communis* (Taf. 2, Fig. 4; Taf. 4, Fig. 21).

Nicht zu übersehen ist auch die nahe Verwandtschaft von *Euchitonia* ? *santonica* LIPMAN mit *Paronaella variabilis* E. STEIGER, obwohl beide Gattungen nach DE WEVER et al. (2001) zu ganz verschiedenen Familien gehören. Die Exemplare aus der Amden-Formation (Taf. 2, Fig. 3; Taf. 4, Fig. 18–19) vermitteln durch ihre Form teilweise (schmalere Arm-Enden, Tendenz zu 4 Armen) zu *P. variabilis*, besitzen aber noch nicht die weiten Porenrahmen der campanen Art.

Verglichen mit der Typ-Spezies *P. solanoensis* sind *P. acuta* und *P. pseudoanophacoides*, die O'DOHERTY (1994: 354, 356) aus dem Unter-Turonium beschrieben hat, keine typischen Vertreter der Gattung und werden hier nur mit ? dazu gestellt. Die santonen Vertreter von *P. ? pseudoanophacoides* (Taf. 4, Fig. 22–24) neigen im Gegensatz zur Turonium-Form zu konkav eingezogenem Umriß und einer mehr rundlichen zentralen Erhebung. Letztere zeichnet auch eine vergleichbare Art mit starken randlichen Stachel-Basen und unregelmäßig buckeliger Oberfläche aus (Taf. 4, Fig. 25), die nur im Santonium der Amden-Formation beobachtet wurde. *P. ? acuta* (Taf. 4, Fig. 26–28) vermittelt durch den Randwulst mit den verstärkten Ecken und die zentrale Einsenkung zu *Cyclastrum*, das nach DE WEVER et al. (2001: 141) zur selben Familie gehört.

Familie Patulibracchiidae PESSAGNO, 1971

Pessagnobrachia macphersoni O'DOHERTY aus dem Cenomanium ist mit einzelnen Exemplaren auch noch im Ober-Coniacium und im Santonium der Amden-Formation vertreten (Taf. 5, Fig. 8), allerdings nur mit der breit-dreieckigen Extremform (O'DOHERTY 1994: Taf. 68, Fig. 17), zu der auch O'DOHERTY keine Übergänge abbildet. Es fragt sich also, ob es sich um ein und dieselbe Art handelt. DE WEVER et al. (2001: Fig. 82.3) stellen *Dictyastrum diacanthos* SQUINABOL zu *Pessagnobrachia*, so daß die ähnliche Art *P. aff. triacanthos* (SQUINABOL) aus dem Santonium der Amden-Formation (Taf. 5, Fig. 5–6) ebenfalls dieser Gattung zugeordnet wird. *Pessagnobrachia fabianii* (SQUINABOL) mit leicht verstärkten Enden der Arme, schwammigem Maschenwerk und Patagium ist in der Amden-Formation selten (Taf. 2, Fig. 6; Taf. 5, Fig. 9).

Familie Hagiastriidae RIEDEL, 1971

Crucella cachensis PESSAGNO ist die häufigste Art der Hagiastriidae im Coniacium/Santonium der Amden-Formation. Oft ist nur das dicke, napfförmige Zentralfeld mit kurzen Armstummeln erhalten. Häufig sind starke Patagia vorhanden. Nicht selten bilden die Arme keinen rechten Winkel und ausnahmsweise kann die Art (?) auch 5 Arme besitzen (Taf. 5, Fig. 11–12), wie dies in KUHNT et al. (1986: Taf. 7, Fig. K)

abgebildet ist. Daneben kommt *C. espartoensis* PESSAGNO mit weniger eingetieftem Zentralfeld und breit endenden Armen vor (Taf. 5, Fig. 13), die z.T. auch nicht rechtwinklig stehen. Einzelne Exemplare vermitteln durch stärker verbreiterte Arm-Enden schon zu *C. thurrowi* E. STEIGER, die aber auch mit nicht rechtwinklig angeordneten Armen bei gleicher zentraler Vertiefung (cf. *C. oblonga* E. STEIGER) vertreten ist. Letztere werden nicht artlich unterschieden, weil in der Amden-Formation fast alle genannten Arten solche länglichen Formen einschließen. Im höheren Campanium der Gosau ist *C. thurrowi* offenbar viel häufiger, konnte aber an der Basis der gleichalten Pattenau-Formation vom Schellenbach bisher nicht nachgewiesen werden. Schon im Santonium der Amden-Formation gibt es einzelne Crucellen mit nicht in einer Ebene liegenden Armen, wie sie STEIGER (1998: Taf. 13, Fig. 14) als *Crucella* sp. abbildet. Als *C. cf. messinae* PESSAGNO werden hier Formen mit schmalen Armen zusammengefaßt, die zum Zentrum hin an Höhe zunehmen (Taf. 1, Fig. 29; Taf. 5, Fig. 15). Selten ist eine zentral flachere Form mit deutlich über die Patagia erhabenen Armen, welche um das eingesenkte Zentralfeld fast knotig erhöht sind (Taf. 5, Fig. 16–17). Ähnliche Formen hat O'DOHERTY (1994: Taf. 71, Fig. 13–14) unter *C. irwini* PESSAGNO aus dem Cenomanium/Turonium abgebildet. Im oberen Coniacium der Amden-Formation sind sie noch häufiger als im Santonium.

Zu den Hagiastriidae stellen DE WEVER et al. (2001: 136) auch *Orbiculiforma* mit der Typus-Art *O. quadrata* PESSAGNO, die eine vierstrahlige Symmetrie aufweist, in der Amden-Formation aber selten ist (Taf. 1, Fig. 12). Häufiger und großwüchsiger sind im oberen Coniacium (Taf. 1, Fig. 13–14) dagegen *O. monticelloensis* PESSAGNO und *O. vacaensis* PESSAGNO, die in der Amden-Formation keine zentrale Erhebung besitzen und deshalb hier bei *Orbiculiforma* belassen werden.

Familie Heliodiscidae HAECKEL, 1881

Nach DE WEVER et al. (2001: 124) sind die Heliodiscidae erst im Tertiär bekannt, aber VISHNEVSKAYA (2002: 5) beschreibt schon aus dem Unter-Campanium nördlich von Kamtschatka einen *Heliodiscus borealis*. *Heliodiscus* ? n. sp. A aus der Amden-Formation (Taf. 2, Fig. 11–12) hat jedoch viel größere Porenrahmen als *H. borealis*. Es treten sowohl kugelige, als auch abgeplattet linsenförmige Formen wohl ein und derselben Art auf. In den weiten Poren ist teilweise die innere Medular-Schale erkennbar. Nicht nachweisbar ist vorerst die exzentrische microsphaerische Schale.

Familie Archaeodictyomitridae PESSAGNO, 1976

Mit *Dictyomitra koslovae* FOREMAN, die im Santonium einsetzt (auch der Typus kommt aus dem Santonium) liefert die Familie eine durch das erweiterte 4. Segment gut kenntliche, weit verbreitete Leitform der Ober-Kreide. Nach FOREMAN (1975: 614) kann das 4. oder 5. Segment erweitert sein. In Probe 2005 II 66 sind teilweise beide (4. und 5.) erweitert, zuweilen aber auch gar keines. Bei FOREMAN ist der distale Teil eher zylindrisch als konisch. Am Schellenbach kommen auch schon

leicht kegelförmige Exemplare vor (Taf. 7, Fig. 8), aber nie distal so breite, wie sie SANFILIPPO & RIEDEL (1985: Abb. 7, Fig. 4c) aus dem Campanium der Gosau von Reichenhall abbilden.

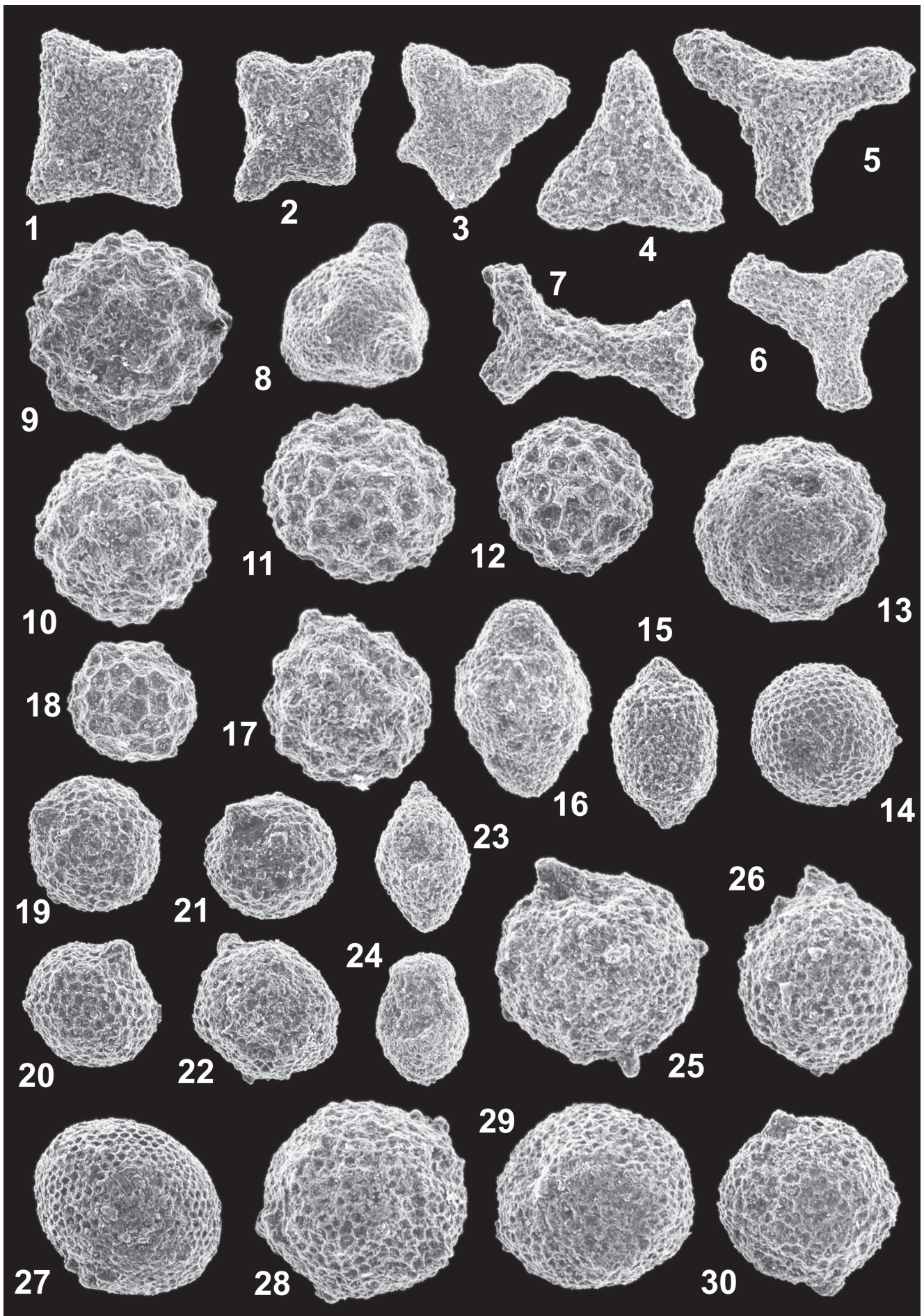
Dictyomitra multicostata ZITTEL ist durch minutiöse Aufspaltung in der Literatur völlig paralytisch worden. PESSAGNO (1976: 52) hat als Lectotypus Taf. 2, Fig. 2 bei ZITTEL (1876) bestimmt. Er kommt aus der „Mukronatenkreide“ (also aus dem Campanium, nicht Maastrichtium, wie O'DOGHERTY 1994 vermutet) von Vordorf (N Braunschweig) oder Haldem (ENE Osnabrück) und dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach verloren sein. RIEGRAF (1995: 173 ff., Abb. 20.12–20) hat *D. multicostata* aus dem Ober-Campanium (mit *Belemnites mucronata*) des Gebiets E Münster bzw. S Osnabrück neu abgebildet und damit die Variationsbreite aufgezeigt, die der von anderen *Dictyo-*

mitra-Arten aus der Mittleren Kreide bei O'DOGHERTY (1994) durchaus entspricht. Nach den Erfahrungen von O'DOGHERTY (1994: 70, 72) könnte „*D. formosa*“ auch eine Extremform von *D. multicostata* sein. Nach DE WEVER et al. (2001: Abb. 182.5) ist *D. formosa* SQUINABOL aber eine *Pseudodictyomitra*, was auch SQUINABOL'S Abbildung (1904: Taf. 10, Fig. 4) nahelegt. Die Populationen im vorliegenden Material (Taf. 3, Fig. 1–2; Taf. 7, Fig. 5) sind zu klein für eine Entscheidung, aber im Campanium der Gosau fand STEIGER (1998) eine *D. formosa* ohne *multicostata*, die einen neuen Namen erhalten müßte. *D. multicostata* kommt nach RIEGRAF (1995) schon ab dem Cenomanium vor, nach O'DOGHERTY (1994: Abb. 10 a) erst ab Unter-Turonium. Während sie im Unter-Campanium von Polen (GORKA 1989: 342 f.) und im Voronesch-Gebiet (PO-

Tafel 2:

Radiolarien aus dem Ober-Coniacium der Amden-Formation von Bad Tölz, Kernbohrung B26, Teufen 30 m (2005 II 65) und 34,9–35,0 m (2005 II 64); REM-Träger B 26.

- Fig. 1 – 2: *Histiastrium aster* LIPMAN; x 150;
1: Zentrum leicht konkav; BSP 2005 II 64/16.
2: mit Stachel-Ansätzen; BSP 2005 II 64/18.
- Fig. 3: *Euchitonia ? santonica* LIPMAN, Zentrum leicht konkav, mit zusätzlichem rudimentärem 4. Arm; x 150; BSP 2005 II 64/19.
- Fig. 4: *Paronaella communis* (SQUINABOL); x 150; BSP 2005 II 64/20.
- Fig. 5: *Paronaella venadoensis* PESSAGNO, Zentralfeld etwas erhöht; x 150; BSP 2005 II 65/23.
- Fig. 6: *Pessagnobranchia fabianii* (SQUINABOL); x 150; BSP 2005 II 65/25.
- Fig. 7: *Paronaella solanoensis* PESSAGNO; x 150; BSP 2005 II 65/24.
- Fig. 8: Gen. et spec. indet., bikonvex, ähnlich *Crucella cachensis* PESSAGNO, aber nur dreiarmlig und feinporiger; x 150; BSP 2005 II 64/2.
- Fig. 9 – 10: *Praeconocaryomma lipmanae* PESSAGNO; x 200;
9: BSP 2005 II 64/25.
10: BSP 2005 II 65/28.
- Fig. 11 – 12: *Heliodiscus ? n. sp.* A, x 200;
11: beidseitig abgeflachte Form; BSP 2005 II 65/30.
12: kugelige Form, mit weiten Porenrahmen, in denen teilweise die innere Medular-Schale sichtbar ist; BSP 2005 II 65/29.
- Fig. 13: *Holocryptocanium tuberculatum* DUMITRICA, mit antapicaler Öffnung; x 200; BSP 2005 II 65/31.
- Fig. 14: *Holocryptocanium barbui* DUMITRICA, mit antapicaler Öffnung; x 200; BSP 2005 II 64/26.
- Fig. 15: *Immersothorax* aff. *cyclops* DUMITRICA, zylindrische Form, undeutliche Suturalpore in leichter Vertiefung; x 150; BSP 2005 II 64/33.
- Fig. 16: *Immersothorax* sp., cf. *cyclops* DUMITRICA, aufgeblähte, feinporige Form, Cephalothorax in der großen Suturalpore teilweise erkennbar; x 150; BSP 2005 II 65/49.
- Fig. 17: *Cryptamphorella clivosa* (ALIEV); x 200; BSP 2005 II 64/30.
- Fig. 18: *Cryptamphorella* cf. *gilkeyi* (DUMITRICA), sehr klein, mit schwacher apicaler Erhebung; x 200; BSP 2005 II 65/33.
- Fig. 19 – 20: *Cryptamphorella conara* (FOREMAN); x 200;
19: BSP 2005 II 64/31.
20: BSP 2005 II 65/34.
- Fig. 21: *Cryptamphorella macropora* DUMITRICA; x 200; BSP 2005 II 65/35.
- Fig. 22: *Hemicryptocapsa prepolyhedra* DUMITRICA; x 200; BSP 2005 II 65/36.
- Fig. 23: *Diacanthocapsa antiqua* (SQUINABOL), mit großer Suturalpore; x 150; BSP 2005 II 65/51.
- Fig. 24: *Diacanthocapsa* cf. *umbilicata* DUMITRICA; x 150; BSP 2005 II 65/50.
- Fig. 25: *Squinabollum* aff. *fossile* (SQUINABOL); 150; BSP 2005 II 65/37.
- Fig. 26: *Trisyringium echitonicum* (ALIEV); x 150; BSP 2005 II 64/32.
- Fig. 27: *Heliocryptocapsa* aff. *neagui* DUMITRICA; x 150; BSP 2005 II 64/27.
- Fig. 28: *Heliocryptocapsa* sp., cf. *neagui* DUMITRICA, Apical-Ansicht, Schale leicht abgeflacht, Poren gröber, weniger regelmäßig; x 150; BSP 2005 II 65/38.
- Fig. 29: *Gongylothorax* aff. *annulatus* DUMITRICA, Apical-Ansicht mit kleiner Suturalpore (links) in einer Einsenkung; x 150; BSP 2005 II 65/39.
- Fig. 30: *Hemicryptocapsa capita ?* TAN SIN HOK; x 150; BSP 2005 II 65/40.



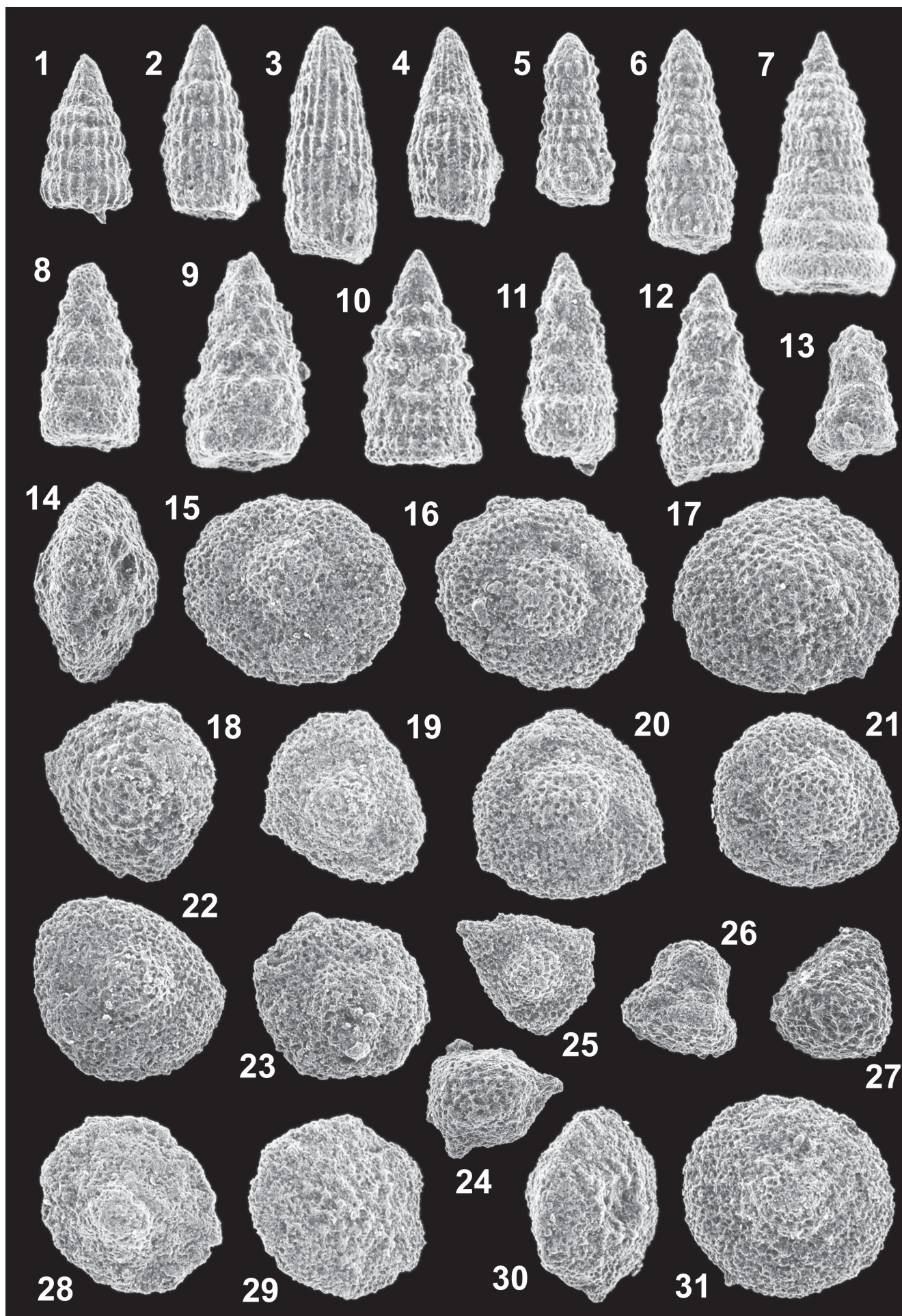
POVA-GOLL et al. 2005) verbreitet ist, scheint sie im höheren Campanium der Salzburger Gosau zu fehlen (STEIGER 1998). Auch in der Amden-Formation ist sie immer selten, während sie im Norden ausgesprochen häufig vorkommt (RIEGRAF 1995: 176). Im Santonium vom Schellenbach kommt dazu selten (Taf. 7, Fig. 6) *D. aff. communis* (SQUINABOL), eine Art, die auch noch im höheren Campanium genannt wird (STEIGER 1998: 78).

Selten erscheint im Santonium der Amden-Formation noch *D. napaensis* PESSAGNO mit treppenförmigen Segmenten (Taf. 7, Fig. 7), die in Californien nur bis ins Coniacium reicht.

Die feinrippige *Mita* cf. *gracilis* (SQUINABOL) zeigt bei stärkerer Vergrößerung deutliche Querstege der viereckigen Porenrahmen (Taf. 7, Fig. 1–2), wie sie STEIGER (1998: 82) bei *Mita* sp. aff. *M. magnifica* PESSAGNO beschrieben hat.

Tafel 3:

- Fig. 1 – 13: Nassellarien aus dem Ober-Coniacium der Amden-Formation von Bad Tölz, Kernbohrung B26; Teufen 30 m (2005 II 65), 34,9–35,0 m (2005 II 64) und 43,1 m (2005 II 63); REM-Träger B26.
- Fig. 1 – 2: *Dictyomitra multicostata* ZITTEL; x 150;
1: *D. "formosa"* früherer Auffassung, stark eingeschnürt; BSP 2005 II 63/1.
2: Segmentgrenzen deutlich eingeschnürt; BSP 2005 II 64/42.
- Fig. 3 – 4: *Archaeodictyomitra montisserei* (SQUINABOL); x 150;
3: BSP 2005 II 65/45.
4: BSP 2005 II 64/41.
- Fig. 5: *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (SQUINABOL); x 100; BSP 2005 II 64/43.
- Fig. 6: *Pseudodictyomitra* cf. *formosa* (SQUINABOL), proximal schlanker und mit mehr Segmenten als beim Typus; x 100; BSP 2005 II 65/46.
- Fig. 7: *Crolanium* sp., ex gr. *pulchrum* (SQUINABOL), Größe und starke Verbreiterung der 3 letzten Segmente stimmen mit *pulchrum* überein, das aber auf den proximalen Postabdominal-Segmenten größere Knoten aufweist; x 100; BSP 2005 II 65/48.
- Fig. 8 – 9: *Amphipyndax pseudoconulus* (PESSAGNO); x 150;
8: BSP 2005 II 65/42.
9: BSP 2005 II 64/37.
- Fig. 10: *Xitus spicularius* (ALIEV); x 150; BSP 2005 II 65/47.
- Fig. 11 – 12: *Xitus* cf. *plenus* PESSAGNO, proximale Postabdominal-Segmente mit stärkeren Knoten, distal fast knotenlos; x 100;
11: BSP 2005 II 64/34.
12: BSP 2005 II 64/35.
- Fig. 13: *Novixitus* cf. *weyli* SCHMIDT-EFFING, (entspricht nach SCHMIDT-EFFING *N. sp. A* PESSAGNO 1977: Taf. 9, Fig. 6); x 100; BSP 2005 II 64/39.
- Fig. 14 – 31: Spumellarien (Pseudoaulophacidae) aus dem höheren Santonium der Amden-Formation vom Schellenbach bei Bad Heilbrunn; Lage der Proben s. Abb. 1, Probe 2005 II 66 liegt bei 14 m unter dem Stallauer Grünsandstein; REM-Träger 14/05.
- Fig. 14 – 15: *Pseudoaulophacus lenticulatus* (WHITE); x 150;
14: schräge Seitenansicht mit den beidseitigen Tholi; BSP 2005 II 66/1.
15: Übergang zu *P. pargueraensis* PESSAGNO; BSP 2005 II 66/3.
- Fig. 16: *Pseudoaulophacus pargueraensis* PESSAGNO; x 150; BSP 2005 II 66/14.
- Fig. 17 – 18: *Pseudoaulophacus* aff. *colburni* PESSAGNO; x 150;
17: sehr groß, runder Umriss, 3 Stacheln; BSP 2005 II 66/2.
18: Tholus in die Oberflächen-Skulptur integriert; BSP 2005 II 66/9.
- Fig. 19 – 20: *Pseudoaulophacus praefloresensis* PESSAGNO; x 150;
19: abgerundet dreieckig, mit schmalem Tholus; BSP 2005 II 66/7.
20: im Umriss Übergang zu *P. floresensis*; BSP 2005 II 66/6.
- Fig. 21: *Pseudoaulophacus floresensis* PESSAGNO, stark abgerundete Ecken, breiter Tholus; x 150; BSP 2005 II 66/4.
- Fig. 22: *Pseudoaulophacus venadoensis* PESSAGNO, kleiner Tholus in die Oberfläche integriert; x 150; BSP 2005 II 66/8.
- Fig. 23: *Pseudoaulophacus vielseitigus* EMPSON-MORIN, mit 6 Stachel-Ansätzen; x 150; BSP 2005 II 66/15.
- Fig. 24: *Pseudoaulophacus delvallensis* PESSAGNO; ? juvenil; x 150; BSP 2005 II 66/13.
- Fig. 25: *Pseudoaulophacus bitriangularis* E. STEIGER; ? juvenil; x 150; BSP 2005 II 66/10.
- Fig. 26 – 27: *Patellula* aff. *excelsa* E. STEIGER; x 150;
26: polygonale Porenrahmen nur auf der Unterseite, die hoch konvexe Oberseite noch porenlos, ? juvenil; BSP 2005 II 66/35.
27: hoch-konische Oberseite mit Knoten auf den Porenrahmen; x 150; BSP 2005 II 43/1.
- Fig. 28 – 29: *Patellula planoconvexa* (PESSAGNO); x 150;
28: Oberseite mit schmaler zentraler Erhebung; BSP 2005 II 66/17.
29: Unterseite mit Pusteln auf den dreieckigen Porenrahmen wie beim Typus; BSP 2005 II 66/16.
- Fig. 30 – 31: *Patellula verteroensis* (PESSAGNO); x 150;
30: Unterseite schräg von der Seite, zentrale Vertiefung von Pusteln umgeben, die zentrale Erhebung der Oberseite überragt links den Rand; BSP 2005 II 66/19.
31: Oberseite mit leichter zentraler Erhebung; BSP 2005 II 66/18.



Archaeodictyomitra montisserei (SQUINABOL) mit gerade durchlaufenden Rippen ist im Coniacium und Santonium der Amden-Formation verbreitet (Taf. 3, Fig. 3–4; Taf. 7, Fig. 3–4).

Familie Amphipyndacidae RIEDEL, 1967

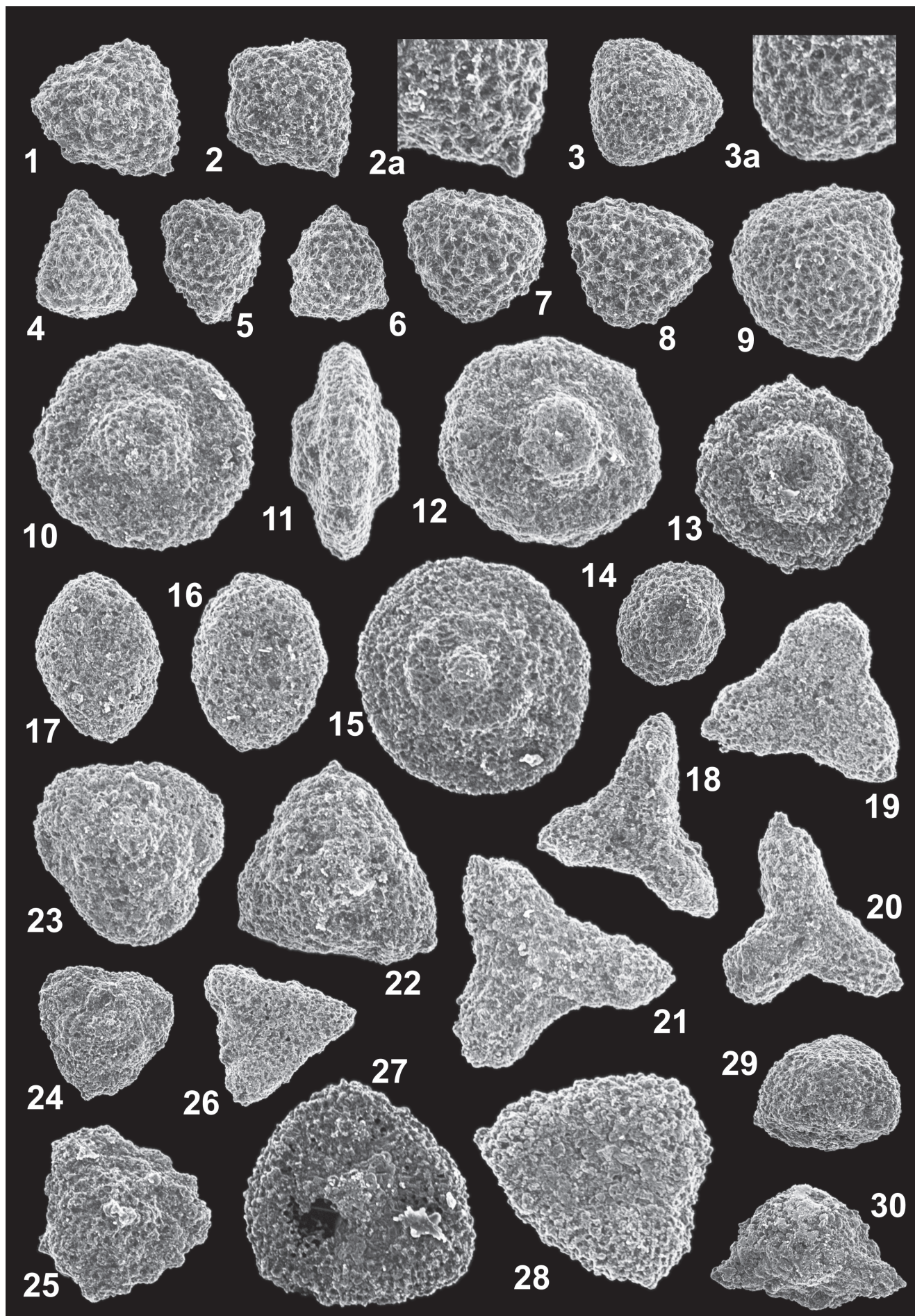
Amphipyndax ist in der Amden-Formation durch *A. pseu-*

doconulus (PESSAGNO) vertreten (Taf. 3, Fig. 8–9; Taf. 7, Fig. 12), der gewöhnlich erst ab Campanium notiert wird (SANFILIPPO & RIEDEL 1985: 598, Abb. 3; TAKAHASHI & ISHII 1995: 69, Abb. 15). Letztere fanden (1995: 68) im japanischen Coniacium/Santonium aber auch schon einen (nicht abgebildeten) *A. sp. aff. enesseffi* (= *A. pseudoconulus*). Daneben kommt in der Amden-Formation relativ selten *A. stocki* (CAMPBELL & CLARK) in verschiedenen Formen vor (Taf. 7, Fig. 15–16).

Tafel 4:

Spumellarien aus dem höheren Santonium der Amden-Formation vom Schellenbach bei Bad Heilbrunn; Lage der Proben s. Abb. 1; Probe 2005 II 66 liegt bei 14 m unter dem Stallauer Grünsandstein; REM Träger 14/05.

- Fig. 1 – 2: *Alievium* sp., ex gr. *gallowayi* (WHITE); x 150;
1: flach gewölbt, große Knoten auf teilweise unregelmäßigen Porenrahmen; BSP 2005 II 66/22.
2: Tendenz zu 4 Strahlen; BSP 2005 II 66/24.
2a: kräftiger, gefurchter Stachel-Ansatz; x 300.
- Fig. 3: *Alievium* sp., cf. *zartum* EMPSON-MORIN, flach gewölbt, sehr feine, enge Porenrahmen, ? juvenil; x 150; BSP 2005 II 66/29.
3a: abgerundete Ecke ohne Stachel; x 300.
- Fig. 4 – 5: *Alievium praegallowayi* PESSAGNO, gewölbt, kräftige Stachel-Basen; x 150;
4: BSP 2005 II 66/25.
5: breite, gefurchte Stachel-Ansätze; 2005 II 66/26.
- Fig. 6: *Alievium superbum* (SQUINABOL), kugelig mit breiten Stachel-Ansätzen; x 150; BSP 2005 II 66/27.
- Fig. 7 – 8: *Alievium gallowayi* (WHITE), flach gewölbt, grobe Porenrahmen; x 150;
7: BSP 2005 II 66/30.
8: BSP 2005 II 66/23.
- Fig. 9: *Alievium murphyi* PESSAGNO, flach, nur zentral stärker gewölbt; x 150; BSP 2005 II 66/28.
- Fig. 10 – 14: *Godia gorkae* n.sp.; x 150;
10: knotiger Ringwulst mit enger Vertiefung in der Mitte; BSP 2005 II 66/34.
11: Seitenansicht eines relativ dicken Exemplars; BSP 2005 II 66/32.
12: dickes Exemplar mit schmalem Ringwulst; BSP 2005 II 66/31.
13: Holotypus, mit Resten von Randstacheln; BSP 2005 II 45/1.
14: juveniles Exemplar, fast ganz ohne Randzone; BSP 2005 II 66/33.
- Fig. 15: *Godia cf. pelta* O'DOHERTY, flach, beidseitig feiner Knotenring um schmale zentrale Erhebung; x 150; BSP 2005 II 45/6.
- Fig. 16 – 17: *Dactyliosphaera* aff. *sempiterna* (PESSAGNO), dick, oval, mit flacher zentraler Vertiefung; x 150;
16: BSP 2005 II 66/39.
17: BSP 2005 II 66/40.
- Fig. 18 – 19: *Euchitonia* ? *santonica* LIPMAN; x 150;
18: schmale Form mit enger zentraler Vertiefung, dicke Arm-Enden mit Stachel-Ansätzen; BSP 2005 II 66/42.
19: zentrale leichte Vertiefung, dicke Arm-Enden; BSP 2005 II 66/43.
- Fig. 20: *Paronaella venadoensis* PESSAGNO; x 150; BSP 2005 II 45/5.
- Fig. 21: *Paronaella communis* (SQUINABOL), zentral nicht vertieft; x 150; BSP 2005 II 43/2.
- Fig. 22 – 24: *Paronaella* ? *pseudoaulophacoides* O'DOHERTY; x 150;
22: typische Form mit zentraler Erhebung; BSP 2005 II 66/44.
23: konkave Seiten (vgl. O'DOHERTY 1994, Taf. 67, Fig. 7); BSP 2005 II 45/4.
24: ? juveniles Exemplar; BSP 2005 II 45/3.
- Fig. 25: *Paronaella* ? sp., cf. *pseudoaulophacoides* O'DOHERTY, zahlreiche Stachel-Ansätze in verschiedenen Ebenen; x 150; BSP 2005 II 66/45.
- Fig. 26 – 28: *Paronaella* ? *acuta* O'DOHERTY, Randwulst mit verstärkten Ecken wie bei *Cyclastrum*;
26: schmale Form mit konkaven Seiten; x 150; BSP 2005 II 66/41.
27: eingesenktes Zentralfeld dünn, teilweise durchbrochen, schmale Erhebung im Zentrum; x 250; BSP 2005 II 45/7.
28: Stachel-Ansätze an den breiten, grobporigen Ecken; x 250; BSP 2005 II 44/1.
- Fig. 29 – 30: *Cavaspongia* sp., nur eine gerade Seite mit Spalte, an deren Enden breite Arme ansetzen können, die übrigen Seiten konvex, ohne Spalten; x 150;
29: ohne Arme, nur Stachel-Ansätze, zentral gewölbt; BSP 2005 II 48/6.
30: zwei Arme, Oberfläche knotig; BSP 2005 II 44/8.



Noch seltener ist eine Art mit etwas verlängerten Porenrahmen an den deutlich eingeschnürten Segmentgrenzen (Taf. 7, Fig. 14), die RIEGRAF (1995: Abb. 20.5) aus dem Ober-Campanium von Münster (Nordwest-Deutschland) abgebildet hat und nun (freundl. briefliche Mitteilung) zu *stocki* stellt. Sie wird hier als *A. aff. polyporus* (ZITTEL) aufgefaßt, da ZITTELS Art ebenfalls aus dem Campanium Nordwest-Deutschlands stammt. *Protostichocapsa stocki* (CABELL & CLARK) bei GORKA (1989: Taf. 14, Fig. 6–7) aus dem Unter-Campanium der polnischen Karpaten halte ich für typische *A. polyporus* (ZITTEL), da sie dessen größere Poren und erkennbar eingesenkte Segmentgrenzen aufweisen. Im oberen Santonium der Amden-Formation erscheint ganz selten auch schon *A. tylotus* FOREMAN (Taf. 7, Fig. 13), der nach SANFILIPPO & RIEDEL (1985: 598) im Ober-Campanium *A. pseudoconulus* ablösen soll, aus dem er sich entwickelt hat.

Familie Xitidae PESSAGNO, 1977

Neben dem breit-konischen *Xitus spicularius* (ALIEV) mit einer Reihe kräftiger Knoten pro Segment (Taf. 3, Fig. 10) kommen vor allem im Coniacium, aber auch noch im Santonium der Amden-Formation schmalere Formen vor, die sich distal wieder verjüngen und auf den letzten Postabdominal-Segmenten nur noch sehr schwache, undeutliche Knoten aufweisen (Taf.

3., Fig. 11–12; Taf. 7, Fig. 20). Darin ähneln sie noch der Typus-Art von *Xitus*, *X. plenius* PESSAGNO aus dem Ober-Albium, von der sie sich durch unregelmäßigere Knoten und Verbindungsrippchen der Außenschicht unterscheiden. Im Santonium sind schon häufiger Arten anzutreffen, die STEIGER (1998) aus dem höheren Campanium beschrieben hat, und die auch am Schellenbach im Campanium der Pattenau-Formation dann überaus häufig werden: Der oft schief wirkende *X. mirus* E. STEIGER mit stufenförmig abgesetzten und distal aufgeblähten Segmenten, der im Santonium noch oft Knoten auf den ersten Postabdominal-Segmenten trägt (Taf. 7, Fig. 22–23). Daneben ist der mehr konische *X. aff. alius* E. STEIGER mit nur schwach entwickelter Außenschicht vertreten (Taf. 7, Fig. 24).

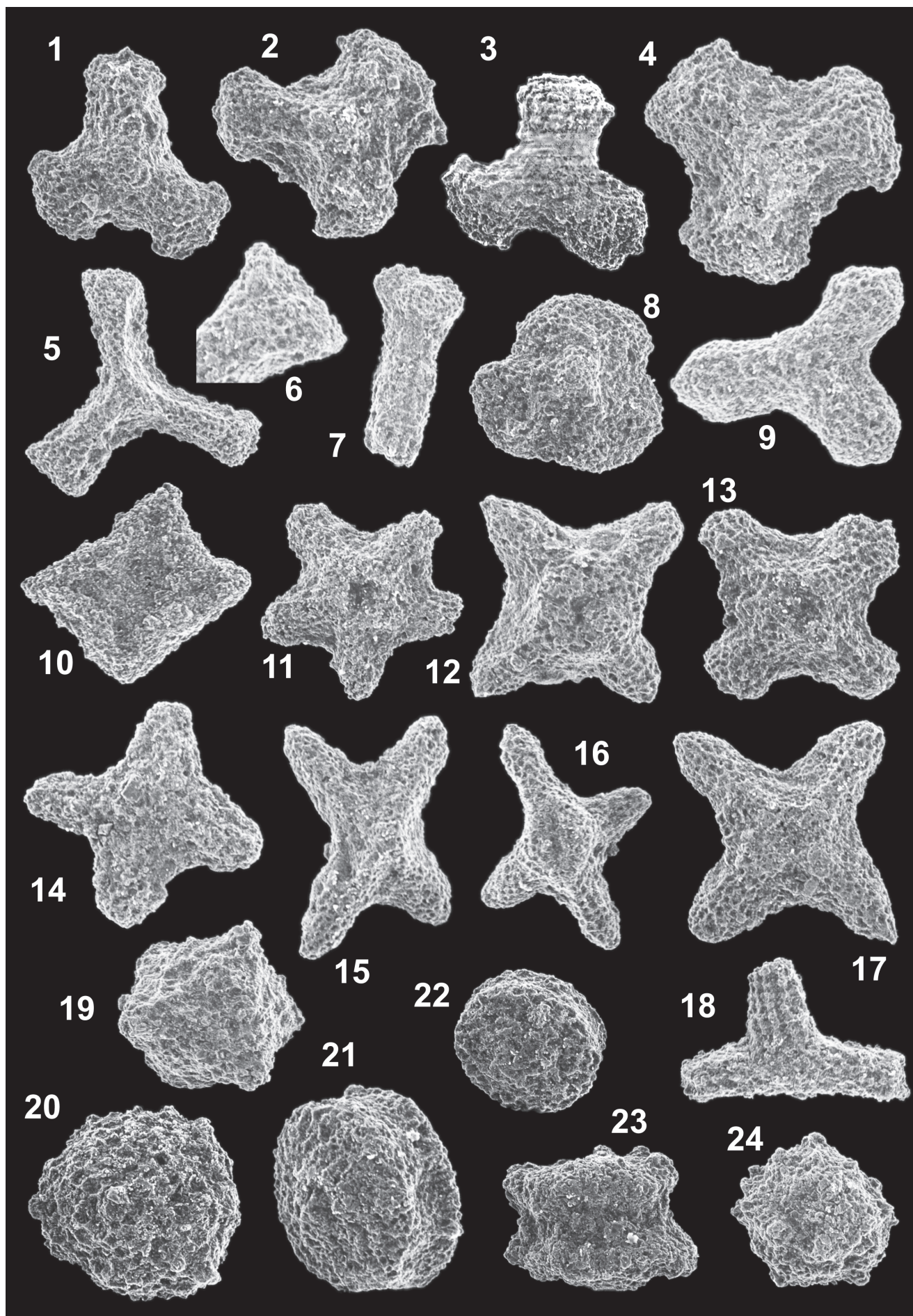
Zu *Novixitus* cf. *weyli* SCHMIDT-EFFING werden relativ kleine, grobknotige Formen gestellt, nachdem SCHMIDT-EFFING (1980: 252) dazu auch *Novixitus* sp. A bei PESSAGNO (1977: Taf. 9, Fig. 6) rechnet. Im Santonium der Amden-Formation geht daraus *X. proximus* STEIGER hervor.

Relativ kleine Xitidae mit wenigen (max. 4) stufenförmigen, sich rasch verbreiternden Segmenten werden hier mit Vorbehalt versuchsweise zu *Neorelumbra* gestellt, die aus der Unterkreide beschrieben wurde (KIESSLING 1995). Die Exemplare aus dem Santonium der Amden-Formation (Taf. 7, Fig. 26–28) haben eine dichte, schwammige Außenschicht, unter der grobe Knoten oder kurze Längsrippen durchscheinen. Sie besitzen 2–3 kleine Apicalhörner, wie sie STEIGER (1998: Taf. 21, Fig. 1–2)

Tafel 5:

Spumellarien aus dem höheren Santonium der Amden-Formation vom Schellenbach bei Bad Heilbrunn; Lage der Proben s. Abb. 1; Probe 2005 II 66 liegt bei 14 m unter dem Stallauer Grünsandstein; REM Träger 14/05.

- Fig. 1 – 4: *Paronaella isariana* n.sp.; x 150;
 1: Holotypus; BSP 2005 II 66/50.
 2: Paratypus, mit Seitenstacheln; BSP 2005 II 66/49.
 3: sehr gut erhaltenes Exemplar, durch Aufladung beeinträchtigt; BSP 2005 II 48/3.
 4: mit weitem Patagium; BSP 2005 II 44/3.
- Fig. 5 – 6: *Pessagnobrachia* aff. *triacanthos* (SQUINABOL);
 5: lange, schmale Arme, Zentralfeld flach; x 130; BSP 2005 II 44/2.
 6: Ausschnitt: verbreitertes Arm-Ende; x 200; BSP 2005 II 66/51.
- Fig. 7: *Pessagnobrachia* cf. *delvallensis* (PESSAGNO), abgebrochenes Arm-Ende; x 130; BSP 2005 II 44/4.
- Fig. 8: *Pessagnobrachia macphersoni* O'DOHERTY, mit weitem Patagium; x 150; BSP 2005 II 66/48.
- Fig. 9: *Pessagnobrachia fabianii* (SQUINABOL); x 130; BSP 2005 II 66/47.
- Fig. 10: *Tessarastrum* ? aff. *quadratum* LIPMAN, vierarmig, mit Randwulst; x 150; BSP 2005 II 46/1.
- Fig. 11: *Crucella* ? cf. *cachensis* PESSAGNO (vgl. KUHNT et al. 1986: Taf. 7, Fig. K), fünfarmig; x 150; BSP 2005 II 55/1.
- Fig. 12: *Crucella cachensis* PESSAGNO; x 150; BSP 2005 II 66/52.
- Fig. 13: *Crucella espartoensis* PESSAGNO; x 150; BSP 2005 II 66/54.
- Fig. 14: *Crucella plana* PESSAGNO, Zentralfeld flach; x 150; BSP 2005 II 66/57.
- Fig. 15: *Crucella* cf. *messinae* PESSAGNO, Zentralfeld kreuzförmig erhöht; x 150; BSP 2005 II 66/56.
- Fig. 16: *Crucella* aff. *irwini* PESSAGNO, ein Arm-Paar verkürzt und niedriger liegend; x 150; BSP 2005 II 66/53.
- Fig. 17: *Crucella irwini* PESSAGNO, mit Patagium; x 150; BSP 2005 II 66/55.
- Fig. 18: *Pseudocrucella* cf. *kubischa* EMPSON-MORIN, Arm-Querschnitt viereckig, ein Arm fehlt; x 150; BSP 2005 II 44/5.
- Fig. 19: *Hexapyramis pantanellii* SQUINABOL; x 150; BSP 2005 II 44/6.
- Fig. 20: *Dumitricaia* ? sp., nahezu dreieckig, aufgebläht, relativ großporig; x 150; BSP 2005 II 48/2.
- Fig. 21: *Acanthocircus tympanum* O'DOHERTY; x 200; BSP 2005 II 66/59.
- Fig. 22: *Acanthocircus* sp.D KUHNT et al. 1986, ohne Einkerbung der Seiten; x 200; BSP 2005 II 66/58.
- Fig. 23: *Acanthocircus nodosus* E. STEIGER, Seitenansicht; x 200; BSP 2005 II 66/60.
- Fig. 24: *Quinquecapsularia* ? sp.; x 200; BSP 2005 II 48/5.



auch von *Xitus* sp.6 aus dem Campanium abbildet. Im Mittel-Campanium der Pattenau-Formation (Probe 2005 II 83) vom Schellenbach gibt es mehrere solcher kleiner Xitidae mit 3–4 Segmenten, die aber allenfalls feine Längsrippen aufweisen.

Zu den Xitidae stellen De Wever et al. (2001: 277) auch *Crolanium*, dessen letzte Vertreter noch selten im oberen Coniacium der Amden-Formation gefunden wurden (Taf. 3, Fig. 7).

Ursprünglich hat O'DOGHERTY (1994: 135) auch *Tubilustrium* zu den Xitidae gestellt, doch wird diese Gattung von DE WEVER et al. (2001: 273) nunmehr zu den Spongocapsulidae gerechnet. Die Typus-Art *T. transmontanum* O'DOGHERTY kommt selten, aber teilweise mit sehr großen Exemplaren auch noch im Santonium der Amden-Formation vor (Taf. 7, Fig. 29–30).

Familie Carpacaniidae HAECKEL, 1881

Diacanthocapsa ist in der Amden-Formation teilweise nicht selten. Neben wenig differenzierten Formen wie *D. umbilicata* DUMITRICA (Taf. 2, Fig. 24; Taf. 6, Fig. 12), erscheinen im Santonium auch skulptierte Arten (Taf. 6, Fig. 10–11) um *D. rara* SQUINABOL, die offenbar recht vielgestaltig ausfallen können (O'DOGHERTY 1994: Taf. 36, Fig. 12–18). Die Abbildung von *D. rara* bei DE WEVER et al. (2001: Fig. 168.9) zeigt ebenso wie die von *D. matsumotoi* (TAKETANI) bei O'DOGHERTY (1994: Taf. 36), daß offenbar auch *Clathropyrgus titthium* und *C. bumasta* RIEDEL & SANFILIPPO hierher gehören, die gewöhnlich erst im Campanium genannt werden (STEIGER 1998), in der Amden-Formation aber mit *Diacanthocapsa* aff. *bumasta* sehr selten auch schon im oberen Santonium erscheinen (Taf. 6, Fig. 13).

3.10.2 Die Radiolarien der Bohrung B 26 bei Bad Tölz

Mehrere Bohrungen der Jodquellen AG Bad Tölz haben am Sauersberg etwa 5 km E vom Schellenbach auch die tiefere Amden-Formation durchteuft. In der oben genannten B 35 sind diese Teufen aber nicht mehr gekernt. Dagegen wurden aus B 26 (R 44 64 950, H 52 89 230), die schon weit unterhalb des Stallauer Grünsandsteins ansetzt (HESSE & SCHMIDT-THOMÉ 1975: 60, Taf. 1), von HESSE 3 Proben aus Kernen entnommen, die auch schon Mikrofaunen mit Radiolarien enthalten, und deshalb hier verglichen werden sollen. Probe 2005 II 63 (26/4: bei 43,1 m Teufe, etwa 9,2 m unter der obersten Probe) enthält eine individuenarme aber diverse Radiolarien-Fauna und dürfte wenig über dem Beginn des Ereignisses liegen. Probe 2005 II 64 (26/2: bei 34,9–35,0 m Teufe, etwa 3,5 m unter der obersten Probe bei 45° Einfallen) entspricht dem Maximum des Radiolarien- Ereignisses. In Probe 2005 II 65 (26/1: bei 30 m Teufe) nehmen Häufigkeit und Diversität bereits wieder etwas ab. Die in diesen 3 Proben beobachteten Radiolarien sind in obiger Liste mit „Co“ markiert. Das Alter ist oberstes Coniacium (s. Kapitel 5.)

Auch in dieser Radiolarien-Fauna überwiegen die Spumellarien zahlenmäßig bei weitem, doch herrschen im oberen Coniacium noch die Dactyliosphaeridae vor. Erst in der obersten Probe 2005 II 65 erreichen die Pseudoaulophacidae etwa gleiche Individuenzahlen. Dagegen ist die Diversität

der Nassellarien im Coniacium wesentlich höher als die der Spumellarien. Typische Familien im oberen Coniacium der Amden-Formation sind:

Familie Dactyliosphaeridae SQUINABOL, 1904

Die Dactyliosphaeridae sind im oberen Coniacium der Amden-Formation enorm großwüchsig, vielgestaltig und häufig, so daß das Faunenbild von ihnen geprägt wird. Nach O'DOGHERTY (1994: 338) gehören die meisten früheren *Orbiculiforma*-Arten zu *Dactyliosphaera*. Schon bei den jurassischen Formen von *Orbiculiforma* ist die vierstrahlige Symmetrie aber nicht immer ohne weiteres erkennbar. Hier werden deshalb zur Gattung *Dactyliosphaera* vor allem solche Arten gerechnet, die wie die Typ-Species (Taf. 1, Fig. 6–8) *D. silviae* SQUINABOL eine zentrale Erhebung innerhalb des eingesenkten Mittelteils besitzen. Bei der ziemlich ähnlichen *D. tecta* (TUMANDA) ist die sehr breite, relativ feinporige zentrale Erhebung nur durch eine enge Furche vom Randwulst getrennt (Taf. 1, Fig. 5). Zuweilen füllt die zentrale Erhebung auch den gesamten Mittelteil aus, wie bei *D. aff. persenex* (PESSAGNO). *D. persenex* ist in Californien (PESSAGNO 1976: Abb. 9) auf das Ober-Coniacium beschränkt und im oberen Coniacium der Amden-Formation großwüchsig und häufig. Die meisten Exemplare besitzen den marginalen Einschnitt in der Peripherie wie der Holotypus, nur vielleicht etwas undeutlicher und flacher (Taf. 1, Fig. 10–11). Bei der ovalen *D. aff. sempiterna* (PESSAGNO), deren Typus aus dem Ober-Campanium beschrieben wurde, ist schon im Santonium der Amden-Formation der Mittelteil kaum noch vom Randwulst getrennt (Taf. 1, Fig. 26; Taf. 4, Fig. 16–17). Ebenfalls aus dem Ober-Campanium kommt der Typus von *D. regis* (PESSAGNO). Die Art ist aber im Coniacium der Amden-Formation nur äußerst selten und im Zentrum weniger stark eingesenkt (Taf. 1, Fig. 9). Im Santonium spielen die Dactyliosphaeridae nur noch eine untergeordnete Rolle.

Familie Pyramispongiidae KOZUR & MOSTLER, 1978

In den Proben 2005 II 64/65 des oberen Coniaciums ist *Pyramispongia* aff. *costarricensis* (SCHMIDT-EFFING) nicht selten, wobei fast gleichzeitige Tetraeder mit allen Übergängen neben eingeschnürten Formen auftreten (Taf. 1, Fig. 1–3). In denselben Proben kommt auch seltener die Typus-Art *P. glascocksensis* PESSAGNO vor (Taf. 1, Fig. 4), die im höheren Campanium der Gosau wieder auftaucht, wo STEIGER (1998: 46f.) nur ein einziges kleinwüchsiges Exemplar beobachtete. Im Santonium der Amden-Formation fehlt *Pyramispongia* ganz.

Familie Pseudodictyomitridae PESSAGNO, 1977

Neben der wegen ihrem spargelkopffartigen Apex unverkennbaren (Taf. 3, Fig. 5) *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (SQUINABOL) erscheint in den Proben 2005 II 63/64 auch eine große *Pseudodictyomitra* mit etwa 11 Postabdominalsegmenten, die am ehesten als *P. cf. formosa* (SQUINABOL) einzuordnen ist (Taf. 3, Fig. 6). *P. formosa* kommt recht typisch

auch noch im oberen Santonium vom Schellenbach vor (Taf. 7, Fig. 9), zusammen mit (Taf. 7, Fig. 10–11) *P. cf. carpatica* (LOZYNIAK), obwohl diese Art gewöhnlich nur in der Unterkreide angegeben wird (JUD 1994: 98, Abb. 26; O'DOGHERTY 1994: Abb. 15; TAKAHASHI & ISHII 1995: Abb. 13). Nur *P. pseudomacrocephala* kommt nach O'DOGHERTY (1994) und VISHNEVSKAYA & DE WEVER (1998: Tab. 3) noch bis ins Turonium vor. Umlagerung kann aber ausgeschlossen werden, da keine umgelagerten Foraminiferen vorliegen.

Familie Williriedellidae DUMITRICA, 1970

Die Familie ist im oberen Coniacium der Amden-Formation wesentlich häufiger als im Santonium vertreten. In den Proben 2005 II 64/65 kommen nebeneinander *Holopryptocanium barbui* und *H. tuberculatum* vor (Taf. 2, Fig. 13–14), die DUMITRICA (1970: 75 f.) aus dem Cenomanium von Rumänien beschrieben hat. Die Oberfläche von *H. barbui* ist nach DUMITRICA (1970: 76) glatt, selten mit mehr oder minder deutlichen Porenrahmen. Die glatten, feinporigen Formen sind im vorliegenden Material meist kleiner als die wenigen mit in diagonalen Reihen angeordneten größeren Poren. Erstere entsprechen *H. barbui barbui* aus dem japanischen Cenomanium (TAKAHASHI & ISHII 1995: Taf. 3, Fig. 14), während das gröber porige *H. barbui japonicum* NAKASEKO et al. aus dem Unter-Campanium eher der von SANFILIPPO & RIEDEL (1985: 614, Fig. 12) nach Topotyp-Material ausgewählten Form entspricht. *H. barbui* wird auch in Azerbaidzhan bis ins Santonium beobachtet (ABBASOV 1988: 148, Tab. 5) und im polnischen Santonium reicht *H. tuberculatum* noch über *barbui* hinaus (BAK 1966: Fig. 6). Im oberen Santonium vom Schellenbach ist nur noch *H. tuberculatum* typisch, während *barbui* sehr kleinwüchsig und grobporig wird (Taf. 6, Fig. 20–21). *H. tuberculatum* kommt vereinzelt sogar noch im Mittel-Campanium der Pattenau-Formation vor.

Hemicryptocapsa tritt im oberen Coniacium vor allem mit der kleinen, oft schwer erkennbaren, eckigen Art *prepolyhedra* DUMITRICA auf (Taf. 2, Fig. 22), aber wohl auch mit selteneren Formen (Taf. 2, Fig. 30) wie *H. capita* ? TAN SIN HOK, die nicht sicher der Typus-Art zugeordnet werden kann, weil der Cephalothorax nicht vollständig erkennbar ist, und weil die Porenrahmen weniger regelmäßig sind als auf TAN SIN HOK's Zeichnung. Im Santonium kommt dazu *H. tuberosa* DUMITRICA.

Cryptamphorella conara (FOREMAN) ist im Coniacium und im Santonium nachweisbar (Taf. 2, Fig. 19–20), begleitet von *C. macropora* DUMITRICA (Taf. 2, Fig. 21; Taf. 6, Fig. 19) und der großen *C. clivosa* (ALIEV), die allerdings im Santonium durch eine unregelmäßigere Skulptur schon etwas variiert (Taf. 2, Fig. 17; Taf. 6, Fig. 17). Dagegen konnte *C. cf. gilkeyi* (DUMITRICA) mit den großen polygonalen Porenrahmen nur im Coniacium (Taf. 2, Fig. 18) und *C. sphaerica* (WHITE) mit großen hexagonalen Porenrahmen nur im Santonium (Taf. 6, Fig. 18) beobachtet werden.

Nur im Coniacium der Amden-Formation war *Immersothorax* mit zwei Arten nachzuweisen (Taf. 2, Fig. 15–16), die schon *I. cyclops* DUMITRICA aus dem Unter-Campanium Rumäniens nahestehen. Im Santonium der Amden-Formation

wurde die Art ebenso wenig erkannt wie im Campanium der Pattenau-Formation, obwohl sie aus dem höheren Campanium der Gosau (STEIGER 1998: 110, Taf. 30) vorliegt.

Familie Sethocapsidae HAECKEL, 1881

Heliocryptocapsa ist im oberen Coniacium der Amden-Formation mit *H. aff. neagui* DUMITRICA in größerer Variationsbreite vertreten (Taf. 2, Fig. 27). Neben einer kugeligen Art mit größeren unregelmäßigeren Porenrahmen (*H. sp. cf. neagui*: Taf. 2, Fig. 28) kommen abgeflachte Exemplare vor, mit Übergängen zu kaum bestachelten Formen, die zu *Gongylothorax* überleiten (vgl. DUMITRICA 1970: 56, 59). Im Santonium der Amden-Formation sind solche Formen selten, kommen aber auch noch zu Beginn der Pattenau-Formation im Mittel-Campanium vor. Im höheren Campanium der Gosau ist *Heliocryptocapsa* offenbar viel häufiger und formenreicher (STEIGER 1998).

Gongylothorax ist im oberen Coniacium ebenfalls nicht selten, wobei *G. aff. annulatus* DUMITRICA etwas unregelmäßigere polygonale Porenrahmen besitzt (Taf. 2, Fig. 29), als sie DUMITRICA (1970: Taf. 2, Fig. 11) beim Holotypus aus dem Cenomanium gezeichnet hat.

Übrige Familien

Einige Taxa, die im Coniacium zu erwarten wären, weil sie aus dem Turonium beschrieben wurden und im Santonium der Amden-Formation auftreten, wie *Acanthocircus tympanum* O'DOGHERTY und *A. sp. D* KUHN et al. aus der Familie der Saturnalidae zum Beispiel (Taf. 5, Fig. 21–22), fehlen in der tieferen Amden-Formation vom Sautersberg. Solch zeitweiliges Aussetzen ist auch bei *Hexapyramis pantanellii* SQUINABOL aus der Familie der Astrosphaeridae zu beobachten: ursprünglich aus der Mittel-Kreide (bis Cenomanium nach O'DOGHERTY 1994: Abb. 29) beschrieben, scheint die Art im Turonium Nord-Italiens und auch im Coniacium der Amden-Formation zu fehlen, erscheint hier im oberen Santonium (Taf. 5, Fig. 19) ganz vereinzelt wieder, um dann im Mittel-Campanium der Pattenau-Formation vom Schellenbach mit über einem Dutzend isolierter Exemplare häufiger zu werden. Auch in der „Spumellarie gen. et sp. indet. 2“ bei STEIGER (1998: 77, Taf. 15, Fig. 11) aus dem höheren Campanium der Gosau glaube ich sie wieder zu erkennen. Insgesamt hat die Radiolarien-Fauna des oberen Coniaciums der Amden-Formation noch viele Gemeinsamkeiten mit den Faunen der Mittel-Kreide Nord-Italiens (O'DOGHERTY 1994).

Im vorgegebenen Rahmen konnten hier nur die wichtigsten Familien kommentiert werden. Die z.T. durchaus häufigen Arten weiterer Familien, wie etwa der Praeconocaryommidae oder Archaeospongoprunidae sind der obigen Liste zu entnehmen.

3.10 Diatomeen

In den Proben 2005 II 39 bis 61 kommen relativ selten flach scheibenförmige, beidseitig konkave Diatomeen vor, wie sie

RIEGRAF (1995: 182, Abb. 21.6–8) als *Coscinodiscus* ? sp. aus dem Campanium Westfalens abbildet. Sie sind im Schellenbach-Profil alle pyritisiert und in Brauneisen umgewandelt.

4. Faunen- und Fazies-Entwicklung

Das Coniacium der Amden-Formation (B26 vom Sauerberg) wird durch überwiegend pelagische Mikrofaunen charakterisiert. Einige Radiolarien und die Globotruncanen sind noch ausgesprochen großwüchsig und Archaeoglobigerinen häufig. *Dicarinella* ist hier ebenso selten wie später im Ober-Santonium, während sie, wie auch *Sigalia*, im südlich anschließenden Ultrahelvetikum häufig sein kann. Heterohelliciden erreichen im Coniacium normale Größen. Bei den Sandschalern fallen große Heterostomellen, *Arenobulimina dorbignyi* (die im höheren Santonium kaum noch vorkommt) und die häufige *Marssonella trochus* auf. Umgekehrt fehlen im Coniacium noch die vielen Gavelinellen des Ober-

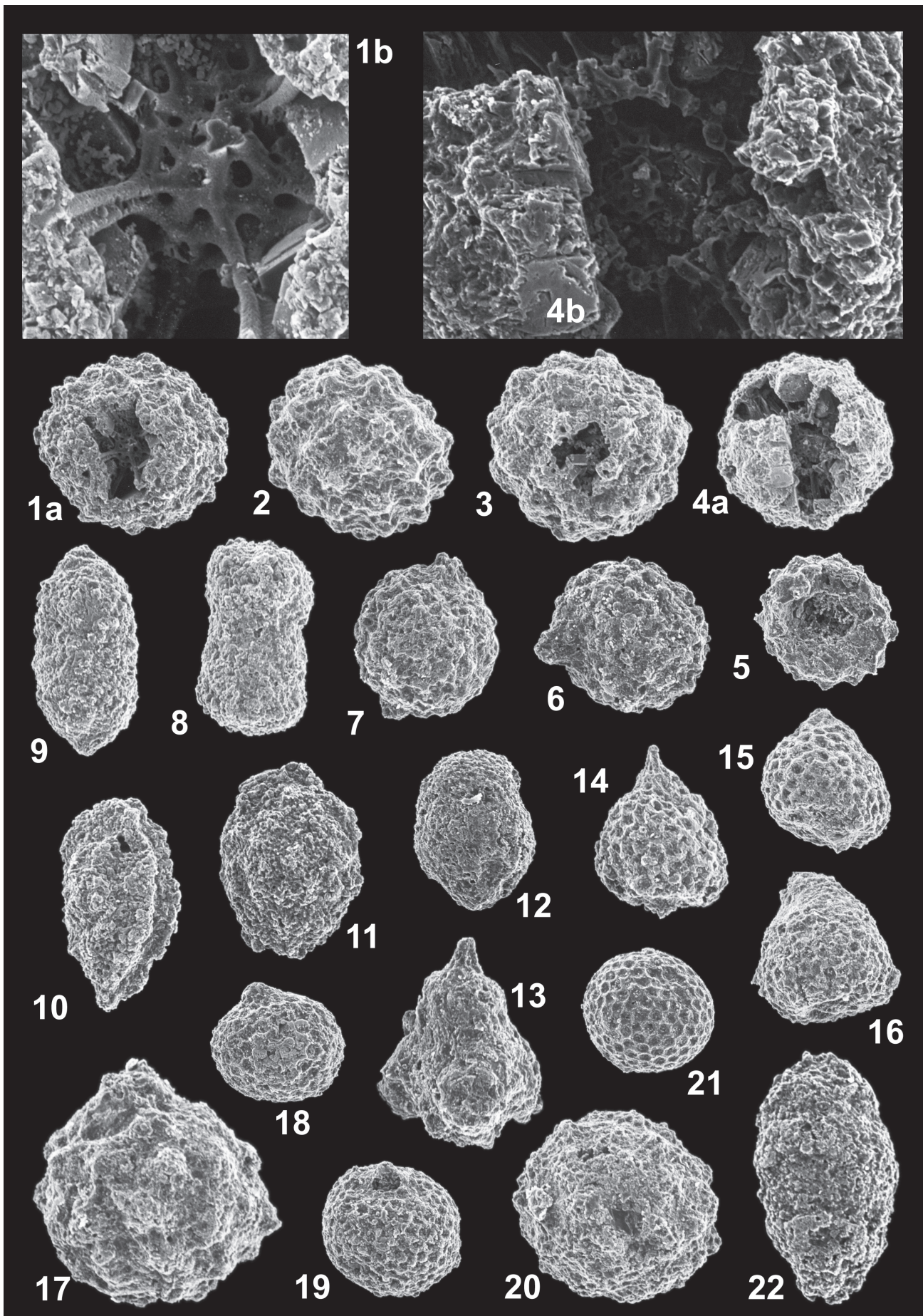
Santoniums und die meisten Ostracoden-Arten (nur selten *Cytherella*, *Bairdia* und *Hemicyprideis*). Erst in 2005 II 65 erscheint ganz selten *Cythereis* sp.. In dieser Probe setzt auch *Ammobaculites taylorensis* ein, ein Sandschaler, der im oberen

Santonium teilweise massenhaft auftritt. Im Ober-Santonium vom Schellenbach kommen bereits in den tiefsten Proben (2005 II 62) reichlich Schwammreste vor, die im Coniacium noch völlig fehlten. Sie gehören zu den Hexactinelliden, die eine Wassertiefe von 300–500 m bevorzugen (aber auch bis ins Litoral hinaufreichen). Sie sind an der Basis des Schürfprofils noch überaus häufig, während sie höher von den Lithistiden abgelöst werden, die hauptsächlich Wassertiefen zwischen 100 und 350 m bewohnen. Ein einschneidendes Ereignis (event) findet in Schicht 77 des Schürfprofils (Proben 2005 II 57 bis 58) statt. Fast schlagartig stirbt die gesamte Nodosariiden- und Ostracoden-Fauna aus. Aber auch die Rotaliden und die übrigen pelagischen Foraminiferen gehen gegen Null. Dafür florieren die grob agglutinierenden Sandschaler (*Ammobaculites*, *Hap-*

Tafel 6:

Radiolarien aus dem höheren Santonium der Amden-Formation vom Schellenbach bei Bad Heilbrunn; Lage der Proben s. Abb. 1; Probe 2005 II 66 liegt bei 14 m unter dem Stallauer Grünsandstein; REM-Träger 14/05.

- Fig. 1: *Praeconocaryomma californiensis* PESSAGNO;
1a: aufgebrochene Cortical-Schale; x 200; BSP 2005 II 43/3.
1b: innere Medular-Schale sichtbar; x 1800.
- Fig. 2: *Praeconocaryomma universa* PESSAGNO; x 200; BSP 2005 II 66/61.
- Fig. 3: *Praeconocaryomma* cf. *universa* PESSAGNO, Übergangsform zu *P. lipmanae*; x 200; BSP 2005 II 45/9.
- Fig. 4: *Praeconocaryomma* aff. *lipmanae* PESSAGNO;
4a: aufgebrochene Cortical-Schale; x 200; BSP 2005 II 52/1.
4b: zeigt beide innere Medular-Schalen, mit schwächeren Querstreben als bei *P. californiensis*; x 700.
- Fig. 5: *Praeconocaryomma* cf. *universa* PESSAGNO, ? juvenile halbe Schale mit relativ dicht unter der Cortical-Schale sitzender Medular-Schale, schwache Querstreben; x 200; BSP 2005 II 41/2.
- Fig. 6 – 7: *Acaeniotyle* cf. *umbilicata* (RÜST); x 200;
6: mit dreikantigem Stachel-Ansatz; BSP 2005 II 40/1.
7: beide Stachel-Ansätze sichtbar; BSP 2005 II 66/62.
- Fig. 8: *Cromyodruppa* ? cf. *concentrica* LIPMAN; x 200; BSP 2005 II 48/4.
- Fig. 9: *Archaeospongoprimum* cf. *andersoni* PESSAGNO; x 200; BSP 2005 II 44/7.
- Fig. 10 – 11: *Diacanthocapsa* cf. *rara* SQUINABOL; x 200;
10: langgestrecktes Abdomen mit Längsfurchen, in antapicalen Tubus auslaufend; BSP 2005 II 50/1.
11: aufgeblähte Form mit buckeliger Oberfläche; BSP 2005 II 49/2.
- Fig. 12: *Diacanthocapsa umbilicata* DUMITRICA, undeutliche Suturalpore zwischen Thorax und Abdomen; x 200; BSP 2005 II 66/68.
- Fig. 13: *Diacanthocapsa* aff. *humasta* (RIEDEL & SANFILIPPO), 3 große abgerundete Auswüchse des Abdomens, kräftiges Apicalhorn; x 250; BSP 2005 II 41/1.
- Fig. 14 – 15: *Rhopalosyringium hispidum* O'DOHERTY; x 200;
14: Übergangsform zu *R. gibbosum* E. STEIGER, mit mehr in Längsreihen angeordneten polygonalen Porenrahmen und kleinerem Apicalhorn; BSP 2005 II 49/1.
15: BSP 2005 II 66/65.
- Fig. 16: *Rhopalosyringium* cf. *fossile* (SQUINABOL), feinporiger; x 200; BSP 2005 II 66/67.
- Fig. 17: *Cryptamphorella* aff. *clivosa* (ALIEV), mit großer Suturalpore; x 200; BSP 2005 II 48/10.
- Fig. 18: *Cryptamphorella sphaerica* (WHITE), große hexagonale Porenrahmen; x 200; BSP 2005 II 66/63.
- Fig. 19: *Cryptamphorella macropora* DUMITRICA, durch die offene Suturalpore ist der Cephalothorax teilweise sichtbar; x 200; BSP 2005 II 66/64.
- Fig. 20: *Holocryptocanium tuberculatum* DUMITRICA; x 200; BSP 2005 II 48/7.
- Fig. 21: *Holocryptocanium* cf. *barbui* DUMITRICA, seitliche Apicalansicht; x 200; BSP 2005 II 48/9.
- Fig. 22: *Diacanthocapsa* sp. DUMITRICA (1970: Taf. 8, Fig. 44), sehr großes Abdomen, durch Suture vom Thorax getrennt; x 200; BSP 2005 II 43/4.



lophragmoides, *Trochammina*, *Triplasia*). Es ist auffallend, daß *Triplasia* auch bei den nächsten Faunen-Rückgängen (in den Proben 2005 II 36 und 5) besonders hervortritt. Die Gattung scheint jeweils die Wiederbesiedlung des Lebensraums einzuleiten, bei der die Sandschaler vorangehen: In Probe 2005 II 57 machen die Sandschaler über 97% der Gesamtfaua aus, in Probe 56 nur noch 53%. Vorausgegangen war in Probe

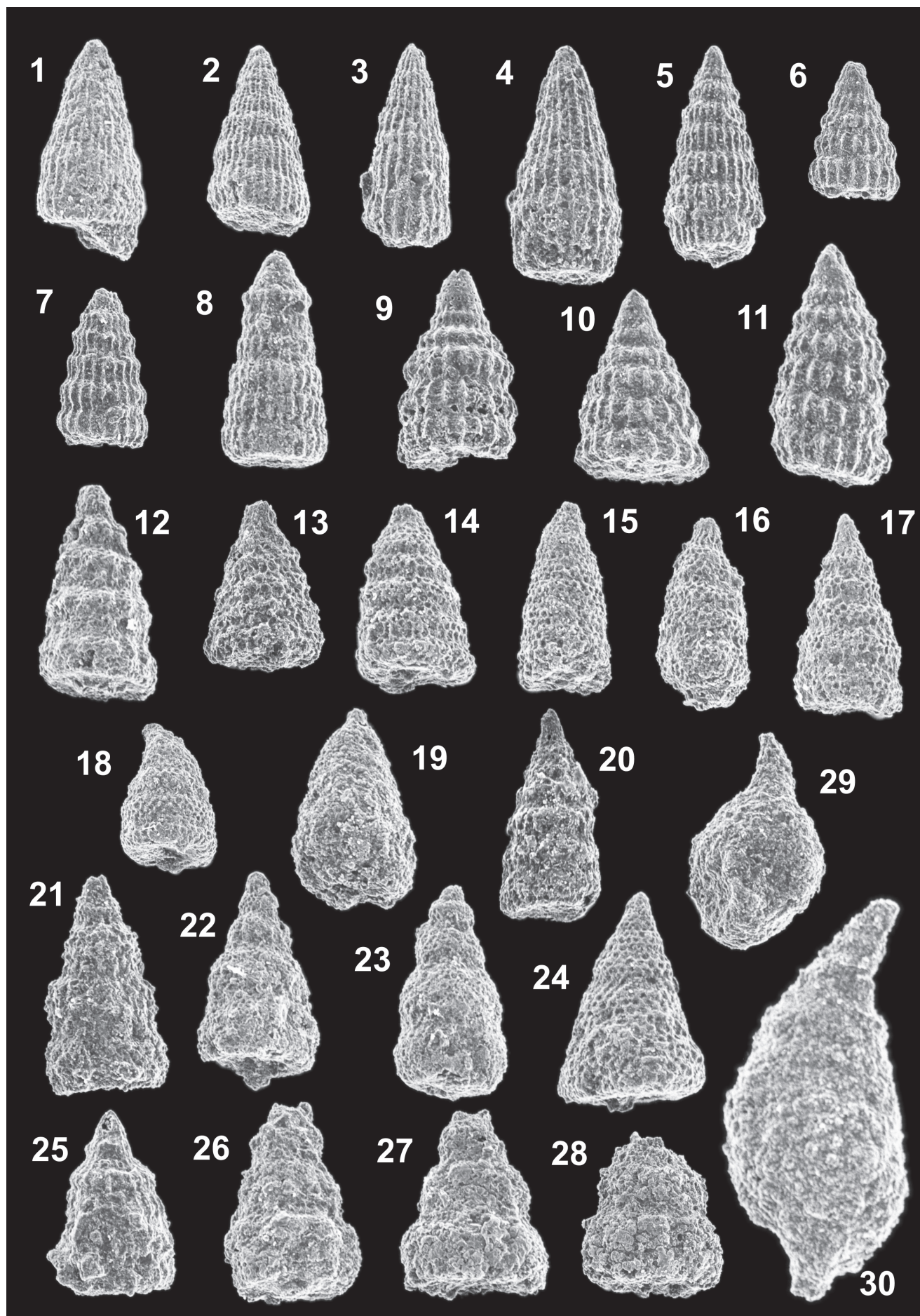
59 (Schicht 79) ein plötzlicher massenhafter Eintrag von Hexactinelliden- und Lithistiden-Skleriten, begleitet von einer Sandschüttung mit reichlich Glaukonit, die schon in Schicht 81 einsetzt. In den Proben 2005 II 58 bis 56 deuten häufige pyritisierte Zwergmuscheln und -schnecken auf sauerstoffarmes Bodenwasser hin.

Mag man in diesem Einschnitt noch ein mehr oder minder

Tafel 7:

Nassellarien aus dem höheren Santonium der Amden-Formation vom Schellenbach bei Bad Heilbrunn; Lage der Proben s. Abb. 1; Probe 2005 II 66 liegt bei 14 m unter dem Stallauer Grünsandstein; REM Träger 14/05. Alle Vergrößerungen x 160.

- Fig. 1 – 2: *Mita cf. gracilis* (SQUINABOL);
 1: mit kleinerem letztem Postabdominal-Segment, feine Porenrahmen quer zu den Längsrippen; BSP 2005 II 66/70.
 2: mit Einschnürungen, deutliche Porenrahmen zwischen den Längsrippen; BSP 2005 II 66/71.
- Fig. 3 – 4: *Archaeodictyomitra montisserei* (SQUINABOL);
 3: schmale Form ohne Einschnürungen; BSP 2005 II 66/74.
 4: breitere, leicht eingeschnürte Form; BSP 2005 II 66/72.
- Fig. 5: *Dictyomitra multicostata* ZITTEL; BSP 2005 II 66/73.
- Fig. 6: *Dictyomitra* aff. *communis* (SQUINABOL), früher als *D. formosa* bezeichnet; BSP 2005 II 66/75.
- Fig. 7: *Dictyomitra napaensis* PESSAGNO, treppenförmige Postabdominal-Segmente; BSP 2005 II 66/76.
- Fig. 8: *Dictyomitra koslovae* FOREMAN; BSP 2005 II 66/77.
- Fig. 9: *Pseudodictyomitra formosa* (SQUINABOL), mit offenen Porenreihen an den Segmentgrenzen, Abdomen unberippt; BSP 2005 II 50/2.
- Fig. 10 – 11: *Pseudodictyomitra cf. carpatica* (LOZYNIAK), die ersten Postabdominal-Segmente verbreitern sich rasch;
 10: BSP 2005 II 66/78.
 11: BSP 2005 II 66/79.
- Fig. 12: *Amphipyndax pseudoconulus* (PESSAGNO), einfache, etwas unregelmäßige Knotenreihen an den Segmentgrenzen; BSP 2005 II 48/11.
- Fig. 13: *Amphipyndax tylotus* FOREMAN, unregelmäßiges Rippengitter mit feinen Knoten; BSP 2005 II 44/12.
- Fig. 14: *Amphipyndax* aff. *polyporus* (ZITTEL), Porenrahmen teilweise vergrößert, weniger regelmäßig als beim Typus (cf. Abb. 20.5 bei RIEGRAF 1995 aus dem norddeutschen Campan); BSP 2005 II 66/81.
- Fig. 15 – 16: *Amphipyndax stocki* (CAMPBELL & CLARK);
 15: konische Form; BSP 2005 II 45/11.
 16: flaschenförmig, ähnlich dem Lectotypus; BSP 2005 II 44/9.
- Fig. 17: *Stichomitra* aff. *alamedaensis* (CAMPBELL & CLARK), abgestufte Segmente, mit verlängerten Porenrahmen an den Segmentgrenzen; BSP 2005 II 44/13.
- Fig. 18: *Stichomitra cf. mediocris* (TAN SIN HOK); BSP 2005 II 66/80.
- Fig. 19: *Spongostichomitra cf. elatica* (ALIEV), dicke, schwammige Schalenwand, Cephalis deutlich abgesetzt; BSP 2005 II 44/11.
- Fig. 20: *Xitus cf. plenus* PESSAGNO, Knotenreihen distal schwächer werdend und auf dem letzten Postabdominal-Segment fehlend; BSP 2005 II 43/5.
- Fig. 21: *Xitus asymbatos* (FOREMAN), Postabdominal-Segmente mit 2 Knotenreihen; BSP 2005 II 44/14.
- Fig. 22 – 23: *Xitus mirus* E.STEIGER, Thorax deutlich von der Cephalis abgesetzt, Segmentgrenzen eingeschnürt, Segmente aufgebläht;
 22: mit unregelmäßigen Knoten; BSP 2005 II 44/15.
 23: BSP 2005 II 47/3.
- Fig. 24: *Xitus* ? aff. *alius* E.STEIGER, regelmäßige Reihen von polygonalen Porenrahmen, Thorax mit schwachen Rippen, leichte Einschnürungen der Segmentgrenzen; BSP 2005 II 66/86.
- Fig. 25: *Theocampe tina* (FOREMAN), Thorax durch Einschnürung vom großen Abdomen getrennt, einziges Exemplar mäßig erhalten; BSP 2005 II 44/17.
- Fig. 26 – 28: *Neorelumbra* ? sp., die 3–4 Segmente nehmen schnell an Breite zu, stufenförmig abgesetzt, undeutliche Knoten, 2–3 kleine Apicalhörner;
 26: mit unregelmäßigen Knoten; BSP 2005 II 44/16.
 27: feine Poren stellenweise sichtbar, zumeist schwammige Deckschicht; BSP 2005 II 47/2.
 28: 3 breite Segmente; BSP 2005 II 54/2.
- Fig. 29 – 30: *Tubilustrum transmontanum* O'DOGHERTY;
 29: ? juvenil; BSP 2005 II 66/69.
 30: mit distalem Tubus am letzten Postabdominal-Segment; BSP 2005 II 54/1.



lokales Ereignis sehen, so muß das folgende „Plankton-Ereignis“ den gesamten Ablagerungsraum betroffen haben. Zusammen mit einem Anstieg des Foraminiferen-Planktons auf fast 17% (in Probe 2005 II 46) erscheint nun eine diverse und individuenreiche Radiolarien-Fauna. Die pelagischen Foraminiferen dieses Zeitabschnitts bleiben aber größtenteils kleinwüchsig, vor allem die Heteroheliceiden, unter denen *Sigalia* fast nur mit den Anfangsteilen vertreten ist. Das könnte auf niedrige Temperaturen und/oder verminderten Sauerstoffgehalt hinweisen (vgl. KUHNT et al. 1986: 215), was der hohe Pyritgehalt unterstreicht. Zwergwuchs zeigen auch die häufigen benthonischen Gattungen *Gyroidinoides*, *Globorotalites*, *Praebulimina* und *Reussella*. Dagegen eroberten großwüchsige Nodosariiden und Ostracoden wieder den Lebensraum, was auch durch eine starke Zunahme der Larven- (Häutungs-) Stadien der Ostracoden erwiesen wird. Am ähnlichsten ist eine Ostracoden-Fauna des tieferen Sublitorals Norddeutschlands aus der Salzbergmergel-Fazies (GRÜNDEL 1968a, 1968b, 1974), während das höhere Sublitoral und Litoral von Gehrden bei Hannover (OHMERT 1973) kaum Gemeinsamkeiten bietet. Die Ostracoden-Gattung *Krithe* zeigt in diesem Abschnitt des Schellenbach-Profiles den Einfluß tieferen Wassers an. In den halbfesten, teilweise pyrithaltigen Tonmergeln, die an die tiefere Amden-Formation erinnern, leitet die Einlagerung von zahlreichen konkretionären Knollen in Schicht 65 (Proben 2005 II 41 bis 39) das Ende des Plankton-Ereignisses ein.

Nach einer kurzen Erholung der Nodosariiden und Ostracoden in Probe 2005 II 38 setzen erstere fast, letztere vollständig in Probe 36 aus, während prompt *Triplasia* erneut auftritt. Dem war ein vermehrtes Erscheinen pyritisierter Zwergmollusken (Probe 37) und eine Sandschüttung (Schicht 62) vorausgegangen. In Probe 35 markieren wieder zahlreiche Schwammreste, diesmal Lithistiden-Desmone den Faunenrückgang.

Der nachfolgende Faunenanstieg begünstigt zunächst die großwüchsige Nodosariide *Vaginulinopsis trilobata* (v.a. Probe 2005 II 34), solange das Sediment sandarm bleibt, und dann artenarme Vergesellschaftungen von *Arenobulimina* und *Ataxophragmium*. Die artenarme Ostracoden-Fauna, in der *Mutacyprideis* nicht mehr auftritt und die Bairdien selten geworden sind, wird nach mehreren Sandschüttungen beim Erscheinen zahlreicher Lithistiden in Probe 28 erneut eliminiert.

Die nächsten Wechsel reicherer und verärmerter Faunen im zunehmend flacher werdenden Ablagerungsraum (Rückgang aller pelagischen Faunenelemente) dürften in den oberen 8 Profil-Metern auf immer neue Sandschüttungen zurückzuführen sein. Diese Entwicklung, verbunden mit einem weiteren Flacherwerden, spiegelt sich in einer enormen Zunahme der sogenannten primitiven Sandschaler (*Saccamina*, *Rhabdammina*, *Rheophax*) und schließlich im Auftreten von Gryphäen-Bänken (Schichten 8 und 5 mit den Proben 2005 II 4 bis 2) wieder. Mit diesen Gryphäen-Bänken läßt man am besten den hangenden Stallauer Grünsandstein beginnen, in dem bis zuoberst weitere Gryphäen-Bänke vorkommen, und der mit seinen *Callianassa*-Gängen wohl in weniger als 50 m Wassertiefe abgelagert wurde.

5. Das Alter

5.1 Das Schellenbach-Profil

Das stärkste Argument für eine Zugehörigkeit zur Amden-Formation ist zweifellos das Alter des Schellenbach-Profiles. Nachdem bestimmbare Cephalopoden, insbesondere Belemniten fehlen, muß sich die Alterseinstufung auf die Mikrofossilien stützen.

Die Plankton-Foraminiferen der gesamten Abfolge der oberen Amden-Formation vom Schellenbach verweisen eindeutig auf die Zone der *Dicarinella asymetrica* (SIGAL) [früher = *Globotruncana concavata carinata* DALBIEZ], die das Santonium kennzeichnet (CARON 1985: 37, Abb. 9; BRALOWER et al. 1995: Abb. 1; ROBASYNSKI et al. 2000: 421, Fig. 47; GRADSTEIN et al. 2004). Die Index-Art kommt schon in der Einzelprobe 2005 II 62, 33 m (N) unterhalb des Stallauer Grünsandsteins vor und reicht bis in Probe 12 des Schurfprofils hinauf.

Mit *Sigalia carpatica* SALAJ & SAMUEL steht eine weitere pelagische Foraminiferen-Art zur Verfügung, um das Santonium-Alter zu belegen (ROBASZYNSKI & CARON 1995: Taf. 1). Sie ist im Probenbereich 2005 II 49 bis 44 als unausgewachsene Zwergform nicht selten, tritt aber auch schon tiefer (Probe 61) auf.

Sämtliche Leit-Arten des Unter-Campaniums, wie *Globotruncanella elevata* und *stuartiformis* fehlen unterhalb des Stallauer Grünsandsteins noch vollständig. Auch der Profilbereich über Probe 2005 II 12 ohne *D. asymetrica* ist noch eindeutig dem Santonium zuzurechnen, da in der höchsten Probe (1) ein vollständig und gut erhaltenes Exemplar von *Neoflabellina suturalis praecursor* (WEDEKIND) vorkommt, eine Unterart, die nach KOCH (1977: 44, Tab. 1) in Norddeutschland die Grenze zum Campanium nicht überschreitet.

Legt man, wie hier vorgeschlagen, die Grenze Amden-Formation/Stallauer Grünsandstein an die Gryphäenbänke der Schichten 5–8 (s. Profil in Abb. 1), so fällt diese noch in das Ober-Santonium. Dem widersprechen die Pelecypoden des Stallauer Grünsandsteins nicht, deren Alter IMKELLER (1901) mit Ober-Senon angibt, ohne Unter-Senon ausschließen zu können.

Bei den pelagischen Radiolarien verwenden DE WEVER et al. (2001: 366 ff.) in der Ober-Kreide noch die von PESSAGNO (1976: 18 ff.) in Californien erarbeitete Zonierung. Danach entspricht dem Santonium die *Alievium gallowayi* Zone, deren Index-Art auch am Schellenbach nicht selten ist, ebenso wie der nach PESSAGNO (1976: 20) etwa gleichzeitig einsetzende *Pseudoaulophacus floresensis* PESSAGNO. Allerdings setzte PESSAGNO die Basis seiner *gallowayi*-Zone in Californien auch der Basis der *concavata*-Zone bei den Foraminiferen gleich, und die beginnt nach ROBASYNSKI & CARON (1995: 684, Tab. 1) mittlerweile schon im Ober-Turonium. Auch die Obergrenze der *gallowayi*-Zone war in Californien keineswegs so sicher einzustufen, wie dies bei DE WEVER et al. (2001: 367) erscheint und könnte nach PESSAGNO (1976: 24) durchaus noch ins tiefe Campanium hinein reichen. VISHNEVSKAYA & DE WEVER (1998: 242) nennen als Hinweis auf Coniacium – Santonium im Moskauer Becken *Alievium superbum* (SQUINABOL) zusammen mit *Patellula planoconvexa* (PESSAGNO). Beide Arten

sind im Schellenbach-Profil vertreten. *A. superbum* wird von O'DOHERTY (1994: 42, Abb. 9 b) aber als Index seiner *superbum*-Zone verwendet, die schon im Unter-Turonium beginnt. *P. planoconvexa* setzt ebenso wie *Pseudoanulophacus floresensis* (PESSAGNO) nach VISHNEVSKAYA & DE WEVER (1998: Tab. 3) auf der russischen Plattform im Coniacium ein. Beide Arten sind ursprünglich aus dem Unter-Campanium beschrieben worden (PESSAGNO 1963).

Eine Unterteilung der *gallowayi*-Zone in Subzonen wird von DE WEVER et al. (2001: 367) nicht vorgenommen, erscheint aber mit Hilfe von *Dictyomitra koslovae* FOREMAN möglich. Diese Art kommt nach FOREMAN (1975: Abb.4) im Nord-Pazifik ab dem höheren Santonium vor und setzt nach VISHNEVSKAYA & DE WEVER (1998: Tab. 3) auch im Moskauer Becken schon etwas unterhalb des Campaniums ein. In der Amden-Formation ist *D. koslovae* im oberen Santonium durchgehend verbreitet, und sie erscheint im Mittel-Campanium der Pattenau-Formation wieder.

Eine Ostracoden-Zonierung wurde von HERRIG (1967) für die Ober-Kreide Nordostdeutschlands und darauf aufbauend von CLARKE (1983: Abb. 17, Tab. 1) für Norddeutschland versucht. Im Richtprofil Lägerdorf (Holstein) unterschied CLARKE (1983) 2 Ostracoden-Zonen im Santonium, die sich vor allem auf Arten und Unterarten von *Cythereis*, *Golcocythere*, *Pterygocythereis* (*Diogmopteron*) und *Imhotepia* stützen. *Cythereis*-Arten der *ornatissima*-Reihe, die tiefere Meeresbereiche bevorzugen, lassen eine Korrelierung von bayerischem und norddeutschem Santonium zu: Die Unterarten *C. gibbera deformis* OHMERT und *C. gibbera tenuicostata* CLARKE sind einander sehr ähnlich. Doch ist *tenuicostata* auf das oberste Coniacium – Unter-Santonium beschränkt, während *deformis* bisher nur im Santonium nachgewiesen wurde. Eine gute Leitform des Santoniums scheint in Norddeutschland wie in Bayern *Imhotepia anteglabra* (POKORNY) zu sein. Sie kommt im Pariser Becken (DAMOTTE 1986) und in Südengland (SLIPPER 1998) aber auch schon im Coniacium vor. Auch diese Art bevorzugt tieferes Wasser und ist am Schellenbach deshalb nur selten und auf den unteren Profiteil beschränkt. Schließlich ist noch *Golcocythere subalpina* OHMERT aus dem höheren Santonium vom Schellenbach eng mit *G. costanodulosa* GRÜNDEL aus dem Mittel- bis Ober-Santonium der Salzbergmergel-Fazies des Harzvorlandes verwandt. Zur Ostracoden-Fauna der Salzbergmergel-Fazies (GRÜNDEL 1968a, 1968b, 1974) bestehen überhaupt die nächsten Beziehungen: nicht weniger als 7 der etwa 40 Arten vom Schellenbach haben ihr Stratum typicum im Mittel- bis Ober-Santonium der Salzbergmergel-Fazies.

5.2 Das Alter der Amden-Formation in B 26

In der Amden-Formation der Kernbohrung B 26 sind die pelagischen Foraminiferen neben vielen großwüchsigen Globotruncanen der *lapparenti*-, *linneiana*- und *tricarinata*-Gruppe durch *Dicarinella concavata* (BROTZEN) und *D. primitiva* (DALBIEZ), sowie *Marginotruncana schneegansi* (SIGAL), *M. cf. sigali* (REICHEL) und *M. sinuosa* PORTHULT vertreten. Diese Fauna wird ins Ober-Coniacium gestellt, da nach ROBASZYSKI et al. (2000: Abb. 47) *M. schneegansi* und *M. sigali* in Tunesien nicht bis ins Santonium hinaufreichen und nach GRADSTEIN et al. (2004) *D. primitiva* an der Coniacium /Santonium-Grenze

endet. Dagegen sollen alle 3 Arten nach EL AMIRI & ZAGHBIB-TURKI (2005: Abb. 2) in Tunesien auch noch weit ins Santonium reichen. Allerdings müsste nach diesen Autoren *D. asymetrica* bereits etwas unterhalb der Santonium-Basis einsetzen. In B 26 kommen *Dicarinella asymetrica* und *Sigalia carpatica* noch nicht vor. Eine tiefere Einstufung als Ober-Coniacium verbietet *Neoflabellina suturalis suturalis* (CUSHMAN), die als erste Neoflabellinen-Art in Süd-Deutschland ab Ober-Coniacium (OHMERT 1969), in Nord-Deutschland sogar erst ab Santonium erscheint (KOCH 1977). Auf mindestens Coniacium verweist auch *Pseudotextularia* sp. (non *P. nutallii*).

Unter den Radiolarien der B 26 kommen einige Arten weltweit erst ab Coniacium vor: *Alievium praegallowayi* PESSAGNO, *Pseudoanulophacus lenticulatus* (WHITE), *P. praefloresensis* PESSAGNO und *Orbiculiforma quadrata* PESSAGNO (PESSAGNO 1976: Abb. 9; TUMANDA 1989: Abb. 7; VISHNEVSKAYA & DE WEVER 1998: Tab. 3). Nach PESSAGNO (1976: 24) beginnt seine *Alievium praegallowayi* Zone, die er mit dem Coniacium gleichsetzt, zusammen mit *Marginotruncana renzi* (GANDOLFI). Das wäre nach CARON (1985: Abb.4) mitten im Turonium. Das Vorkommen von *Orbiculiforma vacaensis* PESSAGNO und *Dactyloshaera* aff. *persenex* (PESSAGNO) in B 26 ergibt eine Einstufung in die obere Subzone des Coniaciums, die *Orbiculiforma vacaensis* Subzone von Californien, die auch von DE WEVER et al. (2001: 367) mit dem Ober-Coniacium gleichgesetzt wird. Nach VISHNEVSKAYA & DE WEVER 1998: Tab. 3) reichen beide Arten im Moskauer Becken allerdings noch bis in das Santonium hinein, und *D. aff. persenex* kommt selten sogar noch im oberen Santonium vom Schellenbach vor. Manche Arten aus B 26 wurden bisher nur in der mittleren Kreide aber noch nicht in der Ober-Kreide nachgewiesen (wie *Pyramispongia costaricensis*, *Godia pelta*, *Pseudodictyomitra carpatica*). Meist sind sie nur noch mit cf.-Formen vertreten. Umlagerungen sind wenig wahrscheinlich, da alle Arten gleich gut erhalten sind und da keine umgelagerten Foraminiferen gefunden wurden. Im Gegensatz zu den Angaben von TAKAHASHI & ISHII (1995) fehlt im Ober-Coniacium von B 26 noch *Dictyomitra koslovae*. Ebenso sind *Godia gorkae* n.sp. und *Paronaella isariana* n.sp. im Ober-Coniacium noch nicht vertreten.

6. Die Grünsand-Übergangsschichten vom Schellenbach

IMKELLER (1895/96) hat die Grünsand-Übergangsschichten als das Hangende des Stallauer Grünsandsteins definiert. Da das oben bearbeitete Profil bisher für Grünsand-Übergangsschichten gehalten wurde, sollen diese zum Vergleich neu beschrieben werden. Sie waren im Juni 2005 auf der Südseite desselben (südlichsten) Zuges von Stallauer Grünsandstein am Ostufer des Schellenbachs im Bachbett über dem Durchbruch durch den Sandstein gut aufgeschlossen.

Vom Liegenden zum Hangenden wurde folgendes Profil registriert:
100 + x cm intensiv dunkelgrüner, glaukonitischer, harter Feinsandstein (Stallauer Grünsandstein), kompakt, ohne erkennbare Schichtung.

45 cm dunkel graugrüner, stark glaukonitischer, mergelig-flaseriger, weicherer Sandstein, geschichtet, mit vielen Knollen und

Gryphaeen. Glaukonit und Quarz gut sortiert. [Bei VON STACKELBERG (1960: 8 f.) als Basis der Grünsand-Übergangsschichten vorgeschlagen].

- 25 cm hellgrauer, glaukonitischer, harter Feinsandstein, kompakt, mit Spuren-Fossilien.
- 40 cm hell- bis mittelgrauer, glaukonitischer, harter, gut sortierter Feinsandstein, ungeschichtet, mit zahlreichen kugelförmigen, eisenreichen, 4–5 cm großen Knollen sowie kleineren phosphoritischen Konkretionen; mit Wühlgängen bis zu 2 cm Durchmesser und zahlreichen Muschelresten. Oberfläche unregelmäßig, mit bis 9 cm großen Ostreen. U.d.M.: viel Biodetritus, aber kaum Mikrofauna.
- 10 cm bräunlich grauer, leicht glaukonitischer und feinsandiger (Quarz nur < 0,2 mm), geschichteter Mergel mit kleineren Konkretionen und aufgearbeiteten Lithoklasten des Liegenden und Muscheln [Probe 2005 II 80].
- 10–15 cm bräunlich grauer, etwas kalksandiger und glaukonitischer Mergel, undeutlich geschichtet, mit zahlreichen, teilweise polierten, phosphoritischen oder glaukonitischen Geröllchen bis 3 cm Durchm.; Belemniten-Lager [Probe 2005 II 81].
- 30–40 cm bräunlich grauer, geschichteter, leicht feinsandiger Mergel ohne Knollen.
- 1400 + x cm dunkelgrauer, leicht grünstichiger, ungeschichteter, halbfester Mergel, stückig zerfallend [Probe 2005 II 82: 70–95 cm über oberster Sandstein-Bank; Probe 2005 II 83: ca. 200 cm über oberster Sandstein-Bank].

An der Grenze Sandstein/Mergel ließen sich keine Anzeichen für eine tektonische Beanspruchung, Überschiebung oder Auspressung von Schichten erkennen, wie dies VON STACKELBERG (1960: 10) vermutet. Im Gegenteil: Die anfangs noch leicht sandigen und glaukonitischen Mergel enthalten aufgearbeitete Komponenten des Liegenden. Phosphorit und Belemniten-Anreicherung sprechen zusammen mit der von Anfang an reichen pelagischen Mikrofauna (>60%) eher für eine Transgression. Anfangs (2005 II 80) ist das Benthos und vor allem die Ostracoden-Fauna noch nicht voll entwickelt (letztere mit *Krithe*, Bairdien und Cytherellen vertreten). Erst in 2005 II 82 werden die Nodosariiden häufig und großwüchsig (3 mm lange Frondicularien) und die Ostracoden-Gattungen *Cythereis* und *Pterygocythereis* etablieren sich langsam.

Das Alter der Transgression ist nach der internationalen Gliederung (GRADSTEIN et al. 2004) als tiefes Mittel-Campanium anzusetzen, da in der tiefsten Probe (2005 II 80) nur *Globotruncanella elevata* (BROTZEN) und *G. stuartiformis* (DALBIEZ) vorkommen, zu denen ab Probe 2005 II 81 *Globotruncana ventricosa* WHITE in typischer Ausbildung dazukommt. Unter-Campanium dürfte auszuschließen sein, nachdem an der Basis (2005 II 80) auch in größeren Materialmengen keine *Dicarinella* gefunden werden konnte (vgl. CARON 1985; ROBASZYNSKI et al. 2000).

Die 6 Belemniten-Rostren vom Schellenbach, 10–25 cm über dem Stallauer Grünsandstein, werden von W. RIEGRAF (Münster) alle als *Belemnitella boeferi* (SCHLOENBACH, 1868) bestimmt, eine Art, die sich im höheren Campanium des alpinen Raums von *B. mucronata* abspaltet und in der Literatur häufig mit ihr verwechselt wurde (briefl. Mitt. W. RIEGRAF 28.1.2006).

Etwa 2 m über dem Stallauer Grünsandstein setzt am Schellenbach ein weiteres Radiolarien-Ereignis in der *ventricosa*-Zone der Pattenau-Formation (Probe 2005 II 83) ein,

das sich durch die absolute Dominanz polycystiner („mützenförmiger“) Nassellarien deutlich von den älteren Radiolarien-Ereignissen der Amden-Formation unterscheidet. Dabei dürfte es sich um die „Vorphase“ desselben Ereignisses handeln, das von STEIGER (1998) aus der Gosau von Reichenhall beschrieben wurde und somit über den gesamten penninischen Trog hinweg verbreitet gewesen sein muß. Einzelheiten würden über den Rahmen dieser Arbeit hinaus gehen.

Am Schellenbach folgen über dem Stallauer Grünsandstein bis zur nächsten Bach-Verbauung ca. 14 m dunkelgraue halbfeste Mergel, die am E-Hang eine tief ausgeräumte Geländemulde bilden. Dies sind eigentlich keine typischen Pinswanger Schichten, die HAGN (1953b: 2, 1973: 160) als bläulichgraue harte Kalkmergel beschreibt. Erst danach schließen sich am E-Hang des Schellenbachs nach S härtere Kalkmergel und Mergelkalke der obercampanen Pattenau-Formation an, die hier eine Geländerippe mit offen liegenden Wandabbrüchen bilden. Definition und Abgrenzung dieser höheren Formationen sind jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

7. Zusammenfassung/Conclusions

7.1 Zusammenfassung

Ein Großteil der bisher in Literatur und Karte als Grünsand-Übergangsschichten im Tölzer Helvetikum ausgeschiedenen Gesteine entpuppt sich nach ihrem Ober-Santonium-Alter und nach dem Faunen-Vergleich mit dem schweizer Typus-Gebiet als Amden-Formation. An Hand der verarmenden Mikrofaunen läßt sich ein schrittweises Flacherwerden mit zunehmenden Sandschüttungen erkennen. Die Obergrenze zur Stallauer Grünsandstein-Formation wird am besten mit den untersten Gryphaeen-Bänken gezogen. Etwa 14 bis 8,5 m unterhalb des Stallauer Grünsandsteins erreichen die pelagischen Foraminiferen noch ein kleines zweigipfliges Maximum, das vom Erscheinen reicher Radiolarien-Faunen begleitet wird. Mit über 100 Arten vereinigt diese hoch diverse Radiolarien-Vergesellschaftung sowohl Elemente der nördlichen epikontinentalen Schelfgebiete, wie sie aus Nordwest-Deutschland und den russischen Becken beschrieben werden, mit solchen des penninischen Raums und der westlichen Tethys. Im Santonium der Amden-Formation dominieren die Spumellarien und unter ihnen mit über 50% die Pseudoaulophacidae. Da die kalkige Erhaltung in dunklen Mergelpartien zwar ausreichend gut aber nicht optimal ist, werden nur 2 neue Arten eingeführt, die offenbar im Santonium neu einsetzen. Neben vielen Arten, die bereits ab der mittleren Kreide bekannt sind, kommen auch schon eine Reihe von Arten vor, die meist erst aus dem Campanium angegeben werden.

Eine andere Radiolarien-Fauna aus dem Ober-Coniacium der Amden-Formation kommt aus einer Kernbohrung von Bad Tölz. Darin dominieren ebenfalls die Spumellarien, zunächst mit den Dactyliosphaeridae und Pyramispongiidae, bis die Pseudoaulophacidae noch im Coniacium etwa gleichziehen.

Die geringmächtigen eigentlichen Grünsand-Übergangsschichten über dem Stallauer Grünsandstein erweisen sich, zumindest im Nord-Helvetikum des Schellenbachs, als hoch

pelagische Transgressions-Sedimente des Mittel-Campaniums, denen zu Beginn der Pattenau-Formation eine dritte Radiolarien-Fauna folgt, die mit der gleichaltrigen Radiarien-Vergesellschaftung der Gosau die Dominanz polycystiner Nassellarien gemeinsam hat.

7. 2 Conclusions

The boundary section from the Amden-Formation to the Stallauer Grünsandstein-Formation was excavated at the Schellenbach near Bad Heilbrunn (map 1 : 25 000, sheet Penzberg 8234, R 44 60 100, H 52 89 050). This is the type locality of several ostracod species established by the author (OHMERT 1967, 1970). Their type strata (stratum typicum) has to be changed now into upper Amden-Formation, late Santonian, *asymetrica* Zone (instead of Grünsand-Übergangsschichten, lower Campanian, as erroneously still marked in the geological map from 1991). The uppermost Amden-Formation is characterized by numerous porifera, by dwarfish bivalves and gastropods and by rich well-preserved microfaunas. Its late Santonian age is proved by *Dicarinella asymetrica*, still associated with *D. concavata* and by *Sigalia carpatica*.

The pelagic influence in the basal part of the excavated section is also documented by a diverse radiolarian fauna, dominated by the Pseudoaulophacidae (about 50% of total radiolarian assemblage in sample 2005 II 46). *Pseudoaulophacus* is represented by 9 species. One species of the family is described herein as new: *Godia gorkae* n. sp., with crater-like central elevation on the flat disc and small spines around the circular periphery. It was already figured from the Lower Campanian of Poland (GORKA 1989: pl. 9, fig. 2) but was not found any more in the Middle Campanian of the Bavarian Helvetikum. A similar distribution may have *Paronaella isariana* n.sp. with broad straight cutted ray tips flattening toward the periphery, armed with a small primary and with right angled lateral spines. Central area raised. A similar species still occurs in the basal late Campanian of the Gosau (*Paronaella* sp. 5 in STEIGER 1998). Another marker species starting in the Santonian appears to be *Dictyomitra koslovae* FOREMAN, originally described from the Santonian of North Pacific.

The above mentioned species as well as those marked in the given radiolarian list with „Sa“ only, are not yet present in another radiolarian fauna from the late Coniacian of the Amden-Formation, bored near Bad Tölz 5 km to the East from the Schellenbach section. Its age is determined by the foraminifera *Dicarinella concavata* without *D. asymetrica*, associated with *D. primitiva*, *Marginotruncana schneegansi*, *M. sinuosa* and *Neoflabellina suturalis*. The Coniacian radiolarian assemblage is characterized by the predominance of big Dactyliosphaeridae, some big Pseudodictyomitridae, common Pyramispongiidae and Williriedellidae. Only in the uppermost sample of the Coniacian the Pseudoaulophacidae attain about equal frequencies as the Dactyliosphaeridae. This may be due to shallowing-up environment.

The pelagic influence decreases rapidly in the Santonian Schellenbach section, reflected by decreasing arenaceous foraminifera of higher organisation, replaced gradually by simply organized genera as *Saccamina* and *Rheophax*. Several ostracod genera are dropping out, at first *Bairdia* and *Mutacyprideis*.

The shallowing-up is also documented by the replacement of hexactinellid sponges by Lithistids. As boundary beds of the superjacent Stallauer Grünsandstein are proposed several oyster-beds, still of Santonian age. The terminal beds of this Formation are again oyster - beds, confused in the past with the basal ones.

Only 2 meters above the Stallauer Grünsandstein another radiolarian event is proved at the Schellenbach in the middle Campanian *ventricosa* Zone of the Pattenau-Formation, corresponding to the initial part of the coeval radiolarian event described by STEIGER (1998) from the Gosau of Reichenhall. This event with predominant polysegmented nassellarians therefore may have spread over the whole Penninic Ocean.

Dank

Herrn Prof. R. HESSE (München) sei für die Überlassung von Proben aus Kernen vom Sauerberg, für die Hilfe bei deren Beschaffung und für mancherlei Auskünfte bestens gedankt. Für die Hilfe bei der Literaturbeschaffung möchte ich Frau G. HANCKE und Frau Dr. U. WIELANDT-SCHUSTER (Freiburg i. Br.) sowie Herrn Dr. W. RIEGRAF (Münster) herzlich danken. Herr RIEGRAF bestimmte auch die Belemniten und half mit kritischen Anmerkungen. Herrn PD Dr. D. SCHMID (München) danke ich für die sorgfältige Überprüfung des Manuskripts und seine Verbesserungsvorschläge. Bei der Suche nach Probenmaterial und Literatur haben mir Herr Prof. A. ALTENBACH, Herr Dr. H. MAYR und Herr Dr. W. WITT (alle München) wesentlich geholfen, wofür ich ihnen sehr dankbar bin. Besonders danken möchte ich auch Frau R. LIEBREICH und Frau A. HAMM (München) für die Anfertigung der REM-Aufnahmen. Meinen Söhnen Georg und Sebastian danke ich für entscheidende Hilfen am Computer mit Layout, Bildbearbeitung und Excel-Diagrammen. Meine Frau Juliane half mir mit Übersetzungen aus dem Russischen und mit dankenswerter Geduld.

10. Literatur

- ABBASOV, A.V. (1988): Radiolarii. – In: ALI-ZADE, A.A. (Ed.), Cretaceous Fauna of Azerbaidzhan, Akademia Nauk Azerbaidzhanskoi SSR Institut Geologii im. I.M. Gubkina, 144–153. [in Russ.].
- ALIEV, K.S. (1965): Radiolarians of the Lower Cretaceous deposits of northeastern Azerbaidzhan and their stratigraphic significance. – Izdatel'stvo Akademii Nauk, Azerbaidzhanskoi SSR, Baku: 1–124. [in Russ.].
- ALIEV, K.S. (1967): New radiolarian species of the Valanginian and Albian stages of northeastern Azerbaidzhan. – In: ALIEV, M.M. (Ed.), Melovye Otlozheniya Vostochnogo Kavkaza i Prilegayushchikh Oblastei, Nauka Moskow, 23–30. [in Russ.].
- ALIEV, K.S. (1968): New species of the subfamily Lithocampinae from Albian and Cenomanian deposits of northeastern Azerbaidzhan. – Izvestiya Akademii Nauk Azerbaidzhanskoi SSR, Seriya Nauk o Zemle, 2: 26–32. [in Russ.].
- BAK, M. (1996): Late Cretaceous Radiolaria from the Czorztyń Succession, Pieniny Klippen Belt, Polish Carpathians. – Studia Geologica Polonica, 109: 69–85.
- BAUMGARTNER, P.O. (1980): Late Jurassic Hagiastriidae and Patulibrachiidae (Radiolaria) from the Argolis Peninsula (Peloponnesus, Greece). – Micropaleontology, 26: 274–322.
- BRALOWER, T.J., LECKIE, R.M., SLITER, W.V. & THIERSTEIN, H.R. (1995): An integrated Cretaceous microfossil biostratigraphy. – Geo-

- chronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation. SEPM Special Publications, **54**: 65–79.
- CAMPBELL, A.S. & CLARK, B.L. (1944): Radiolaria from Upper Cretaceous of Middle California. – Geological Society of America, Special Papers, **57**: 1–61.
- CARON, M. (1985): Cretaceous planktic foraminifera. – In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (Eds), Plankton Stratigraphy (Cambridge Earth Science Series); Cambridge (Cambridge University Press), 17–86.
- CAYEUX, L. (1897): Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. 1. Étude de quelques dépôts siliceux secondaires et tertiaires du Bassin de Paris et de la Belgique. 2. Craie du Bassin de Paris. – Mémoires de la Société géologique du Nord, **4**: 1–591.
- CLARKE, B. (1983): Die Cytheracea (Ostracoda) im Schreieck-Richtprofil von Lägerdorf-Kronsmoor-Hemmoor (Coniac bis Maastricht; Norddeutschland). – Mitteilungen aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hamburg, **54**: 65–168.
- DAMOTTE, R. (1986): Ostracodes du Sénonien stratotypique (environs de Sens, Yonne, France). – Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris, **23**: 27–42.
- DUMITRICA, F. (1970): Cryptocephalic and cryptothoracic Nassellaria in some mesozoic deposits of Romania. – Revue roumaine de géologie, géophysique et géographie, Série de géologie, **14**: 45–124.
- DUMITRICA, F. (1972): Cretaceous and Quaternary Radiolaria in deep sea sediments from the northeast Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. – In: RYAN, W.B.F., HSU, K.J. et al. (Eds), Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, **13**: 829–901.
- EHRENBERG, C.G. (1847): Über die mikroskopischen kieselchaligen Polycystinen als mächtige Gebirgsmasse von Barbados und über das Verhältnis der aus mehr als 300 neuen Arten bestehenden ganz eigenthümlichen Formengruppe jener Felsmasse zu den jetzt lebenden Thieren und zur Kreidebildung. Eine neue Anregung zur Erforschung des Erdlebens. – Königliche Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Bericht **1847**: 40–60.
- EHRENBERG, C.G. (1860): Über die organischen und unorganischen Mischungsverhältnisse des Meeresgrundes in 19,800 Fuss Tiefe nach Lieut. Brookes Messung. – Königliche Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Monatsberichte, **1860**: 765–774.
- EHRENBERG, C.G. (1875): Fortsetzung der mikrogeologischen Studien als Gesamt-Übersicht der mikroskopischen Paläontologie gleichartig analysirter Gebirgsarten der Erde, mit specieller Rücksicht auf den Polycystinen-Mergel von Barbados. – Königliche Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Abhandlungen, **1875**: 1–225.
- EL AMRI, Z. & ZAGHBI-TURKI, D. (2005): Caractérisation biostratigraphique du passage Coniacien/Santonien dans les régions d'Ellès et El Kef (Tunisie septentrionale). – Journal of Iberian Geology, **31**: 99–111.
- EMPSON-MORIN, K.M. (1981): Campanian Radiolaria from DSDP Site 313, Mid-Pacific Mountains. – Micropaleontology, **27**: 249–292.
- EMPSON-MORIN, K.M. (1984): Depth and latitude distribution of Radiolaria in Campanian (Late Cretaceous) tropical and subtropical oceans. – Micropaleontology, **30**: 87–115.
- FOREMAN, H.P. (1966): Two Cretaceous radiolarian genera. – Micropaleontology, **12**: 355–359.
- FOREMAN, H.P. (1968): Upper Maestrichtian Radiolaria of California. – The Palaeontological Association, London, Special Papers in Palaeontology, **3**: I–IV + 1–82.
- FOREMAN, H.P. (1971): Cretaceous Radiolaria, Leg 7, DSDP. – In: WINTERER, E.L., RIEDEL, W.R. et al. (Eds), Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, **7**: 1673–1693.
- FOREMAN, H.P. (1973): Radiolaria from DSDP Leg 20. – In: HEEZEN, B.C., MACGREGOR, J.D. et al. (Eds), Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, **20**: 249–305.
- FOREMAN, H.P. (1975): Radiolaria from the North Pacific, DSDP Leg 32. – In: LARSON, R.L., MOBERLY, R. et al. (Eds), Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, **32**: 579–676.
- FOREMAN, H.P. (1978): Mesozoic Radiolaria in the Atlantic Ocean off the northwest coast of Africa, Deep Sea Drilling Project, Leg 41. – In: LANCELOT, Y., SEIBOLD, E. et al. (Eds), Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, **41**: 783–761.
- GORKA, H. (1989): Les Radiolaires du Campanien inférieur de Cracovie (Pologne). – Acta Palaeontologica Polonica, **34**: 327–354.
- GRADSTEIN, F.M., OGG, J.G. & SMITH, A.G. (2004): A Geologic Time Scale 2004; Cambridge (Cambridge University Press), X + 589 S.
- GRÜNDEL, J. (1968a): Neue Ostracoden aus der Salzbergmergel-Fazies (Santon) im westlichen Teil der Deutschen Demokratischen Republik. – Geologie, **17**: 947–963.
- GRÜNDEL, J. (1968b): Trachyleberididae (Ostracoda) aus der Salzbergmergel-Fazies (Santon) des westlichen Teiles der DDR. – Freiburger Forschungshefte, C (Paläontologie), **234**: 31–43.
- GRÜNDEL, J. (1974): Die Ostracoden aus dem Salzbergmergel des Salzberges bei Quedlinburg (Unter Ausschluss der Trachyleberididae). – Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie Dresden, **21**: 101–118.
- HAECKEL, E. (1881): Entwurf eines Radiolarien-Systems auf Grund von Studien der Challenger-Radiolarien. – Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, **15** (neue Serie 8, 3): 418–472.
- HAECKEL, E. (1887): Report on the Radiolaria collected by H.M.S. Challenger during the years 1873–1876. – Report on the Scientific Results of the voyage of the H.M.S. Challenger, Zoology, **18**: clxxxviii + 1803 S.
- HAGN, H. (1953a): Zur Kenntnis des Unteren Obercampan (Zone der *Belemnitella mucronata* [SCHLOTH.] mut. *senior* NOWAK) in Südbayern. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, **96**: 304–338.
- HAGN, H. (1953b): Die Foraminiferen der Pinswanger Schichten (Unteres Obercampan). Ein Beitrag zur Mikropaläontologie der helvetischen Ober-Kreide Südbayerns. – Paläontographica, **A 104**: 1–119.
- HAGN, H. (1960): Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. – Geologica Bavarica, **44**: 1–208.
- HAGN, H. (1973): Helvetikum-Zone. Das Helvetikum von Neubauern am Inn. [mit Beiträgen von MARTINI, E. & OHMERT, W.]. – In: WOLFF, H., Geologische Karte von Bayern 1:25000, Erläuterungen zu Blatt Nr. 8238 Neubauern; München (Bayerisches Geologisches Landesamt), 151–207 u. 347–352.
- HAGN, H. (1981): Jura und Kreide der kalkalpinen Randschuppe und des Helvetikums in der Tiefbohrung Vorderriß 1. – Geologica Bavarica, **81**: 65–113.
- HAGN, H., COSTA, L.I., HERM, D., HILLEBRANDT, A. VON, HÖFLING, R., LINDENBERG, H.G., MALZ, H., MARTINI, E., MOUSSAVIAN, E., PERCH-NIELSEN, K., PFEIL, F.H., RISCH, H., SCHAUB, H., SCHMIDT, K., SCHROEDER, R., URLICH, M., VOIGT, E., WEHNER, H., WEISS, W. & WITT, W. (1981): Die Bayerischen Alpen und ihr Vorland in mikropaläontologischer Sicht. – Geologica Bavarica, **82**: 1–408.
- HEIM, A. (1910): Monographie der Churfürsten-Mattstockgruppe. I. Teil. – Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, N.F. **20**: 1–272.
- HERB, R. (1962): Geologie von Amden mit besonderer Berücksichtigung der Flyschbildungen. – Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, N.F. **114**: 1–130.
- HERRIG, E. (1967): Möglichkeiten einer Feinstratigraphie der höheren Ober-Kreide in Nordostdeutschland mit Hilfe von Ostracoden. – Berichte der Geologischen Gesellschaft in der DDR, **12**: 557–574.
- HESSE, R. & SCHMIDT-THOMÉ, P. (1975): Neue Jodwasser-Vorkommen im Bereich der bayerischen Alpenrand-Strukturen bei Bad Tölz (aufgrund von Tiefbohrungen 1957–1967). – Geologisches Jahrbuch, C **11**: 31–66.
- HESSE, R. & STEPHAN, W. (1991): Geologische Karte von Bayern 1:25000, Erläuterungen zu Blatt Nr. 8234 Penzberg [mit Beiträgen von BADER, K., JERZ, H., HOHENSTÄTTER, E., POSCHINGER, A. VON, WROBEL, J.-P.]; München (Bayerisches Geologisches Landesamt), 315 S.
- IMKELLER, H. (1895/96): Die Kreide- und Eocänbildungen am Stallauer Eck und Enzenauer Kopf bei Tölz. Ein Beitrag zur Geologie der bayerischen Alpen. – Programm zum Jahresbericht der städtischen Handelsschule München: 7–83.
- IMKELLER, H. (1901): Die Kreidebildungen und ihre Fauna am Stallauer

- Eck und Enzenauer Kopf bei Tölz. Ein Beitrag zur Geologie der bayerischen Alpen. – *Palaeontographica*, **48**: 1–64.
- JUD, R. (1994): Biochronology and Systematics of Early Cretaceous Radiolaria of the Western Tethys. – *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, **19**: 1–147.
- KIESSLING, W. (1995): New radiolarians from the earliest Cretaceous of the Sultanate of Oman (Wahrah Formation, Jebel Buwaydah). – *Paläontologische Zeitschrift*, **69**: 321–341.
- KOCH, W. (1977): Biostratigraphie in der Ober-Kreide und Taxonomie von Foraminiferen. – *Geologisches Jahrbuch*, A **38**: 11–123.
- KOZLOVA, G.E. (1972): In: PETRUSHEVSKAYA, M.G. & KOZLOVA, G.E.: Radiolaria Leg 14. – In: HAYES, D.E., PIMM, A.C. et al. (Eds), Initial Reports on the Deep Sea Drilling Project, **14**: 495–648.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H. (1978): Beiträge zur Erforschung der mesozoischen Radiolarien Teil II: Oberfamilie Trematodiscacea Haeckel 1862 emend. und Beschreibung ihrer triassischen Vertreter. – *Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck*, **8**: 123–182.
- KUHN, J.A. (1972): Stratigraphisch-mikropaläontologische Untersuchungen in der äusseren Einsiedler Schuppenzone und im Wägitaler Flysch E und W des Sihlsees (Kt. Schwyz). – *Eclogae geologicae Helveticae*, **65**: 485–553.
- KUHNT, W., THUROW, J., WIEDMANN, J. & HERBIN, J.P. (1986): Oceanic Anoxic Conditions around the Cenomanian/Turonian Boundary and the Response of the Biota. – *Mitteilungen aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hamburg*, **60**: 205–246.
- LI, H.S. & WU, H.R. (1985): Radiolaria from the Cretaceous Congdu Formation in southern Xizang (Tibet). – *Acta Micropalaeontologica Sinica*, **2**: 61–78.
- LIPMAN, R.K. (1952): Materialy k monograficheskomu izucheniyu radiolyarii verkhnemelovykh otlozhenii Russkoi Platformy (Data on the monographic study of the radiolarians of the Upper Cretaceous deposits of the Russian Platform). – *Trudy Vsesoyuznogo Nauchno-Issledovatel'skogo Geologicheskogo Instituta (VSEGEI)*, Leningrad, Paleontologiya i Stratigrafiya: 24–51. [in Russ.]
- LOZYNIAK, P.Y. (1969): The radiolarians of the Lower Cretaceous deposits of the Ukrainian Carpathians. – In: VIALOV, O.S. (Ed.), Fossil and Recent Radiolarians: Materials of the Second All Union Seminar on Radiolaria, Lvov University, 29–41. [in Russ.]
- NAKASEKO, K. & NISHIMURA, A. (1981): Upper Jurassic and Cretaceous Radiolaria from the Shimanto Group in Southwest Japan. – *Science Reports, College of General Education, Osaka University*, **30**: 133–203.
- OBERHÄNSLI-LANGENEGGER, H. (1978): Mikropaläontologische und sedimentologische Untersuchungen in der Amdener-Formation (Ober-Kreide, Helvetische Decken der Schweizer Alpen). – *Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz*, N.F. **150**: 1–82.
- O'DOHERTY, L. (1994): Biochronology and Paleontology of Mid-Cretaceous Radiolarians from Northern Apennines (Italy) and Betic Cordillera (Spain). – *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, **21**: 1–413.
- OHMERT, W. (1964 Ms.): Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der Alpenrandzone zwischen Ostin und Marienstein (Tegernsee). – Unveröffentlichte Diplom-Arbeit (Institut für Paläontologie und Historische Geologie Universität München); München, 111 S.
- OHMERT, W. (1967): Die Ostracoden-Gattung *Cythereis* aus der Oberkreide Südbayerns. Dissertation Universität München; München (Bamberger Fotodruck), 192 S.
- OHMERT, W. (1969): Die Neoflabellinen (Foraminifera) des bayerischen Coniac-Santons. – *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie*, **9**: 3–32.
- OHMERT, W. (1970): Die Ostracodengattung *Golcocythere* aus der Oberkreide Südbayerns. – *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie*, **10**: 205–228.
- OHMERT, W. (1971): Ecology of some Trachyleberididae (Ostracoda) from the Bavarian Upper Cretaceous. – In: OERTLI, H.J. (Ed.), *Paléocologie des Ostracodes*, Pau 1970. – *Bulletin du Centre de Recherches Pau – SNPA*, **5** (suppl.): 601–614.
- OHMERT, W. (1973): Ostracoden aus dem Santon der Gehrdenen Berge. – *Bericht der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover*, **117**: 163–194.
- PASSAGNO, E.A., Jr. (1963): Upper Cretaceous radiolaria from Puerto Rico. – *Micropaleontology*, **9**: 197–214.
- PASSAGNO, E.A., Jr. (1971): Jurassic and Cretaceous Hagiastriidae from the Blake-Bahama Basin (Site 5A, Joides Leg 1) and the Great Valley Sequence, California Coast Ranges. – *Bulletins of American Paleontology*, **60** (264): 5–83.
- PASSAGNO, E.A., Jr. (1972): Cretaceous Radiolaria. Part 1: The Phaseliformidae, new family, and other Spongodiscacea from the Upper Cretaceous portion of the Great Valley Sequence. Part 2: Pseudoaulophacidae Riedel from the Cretaceous of California and the Blake-Bahama Basin (Joides Leg 1). – *Bulletins of American Paleontology*, **61** (270): 269–328.
- PASSAGNO, E.A., Jr. (1973): Upper Cretaceous Spumellaria from the Great Valley Sequence, California Coast Ranges. – *Bulletins of American Paleontology*, **63** (276): 49–102.
- PASSAGNO, E.A., Jr. (1976): Radiolarian zonation and stratigraphy of the Upper Cretaceous portion of the Great Valley Sequence, California Coast Ranges. – *Micropaleontology, Special Publication*, **2**: 1–95.
- PASSAGNO, E.A., Jr. (1977): Lower Cretaceous radiolarian biostratigraphy of the Great Valley Sequence and Franciscan Complex, California Coast Ranges. – *Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication*, **15**: 1–87.
- POPOVA-GOLL, I., VISHNEVSKAYA, V. & BAUMGARTNER, P.O. (2005): Upper Cretaceous (Santonian – Campanian) radiolarians from Voronezh Anticline, south-western Russia. – *Micropaleontology*, **51**: 1–38.
- RIEDEL, W.R. (1967): Some new families of Radiolaria. – *Proceedings of the Geological Society of London*, **1640**: 148–149.
- RIEDEL, W.R. (1971): Systematic classification of polycystine Radiolaria. – In: FUNNELL, B.M. & RIEDEL, W.R. (Eds), *The Micropaleontology of Oceans*; Cambridge (Cambridge University Press), 649–661.
- RIEDEL, W.R. & SANFILIPPO, A. (1974): Radiolaria from the southern Indian Ocean, DSDP Leg 26. – In: DAVIES, T.A., LUYENDYK, B.P. et al. (Eds), *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **26**: 771–814.
- RIEGRAF, W. (1995): Radiolarien, Diatomeen, Cephalopoden und Stratigraphie im pelagischen Campanium Westfalens (Oberkreide, NW-Deutschland). – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **197**: 129–200.
- ROBASZYSKI, F. & CARON, M. (1995): Foraminifères planctoniques du Crétacé: commentaire de la zonation Europe-Méditerranée. – *Bulletin de la Société Géologique de France*, **166**: 681–692.
- ROBASZYSKI, F., GONZÁLEZ DONOSA, J.M., LINARES, D., AMÉDRO, F., CARON, M., DUPUIS, C., DHONDT, A.V. & GARTNER, S. (2000): Le Crétacé Supérieur de la région de Kalaat Senan, Tunisie centrale, litho-biostratigraphie intégrée: zones d'ammonites, de foraminifères planctoniques et de nannofossiles du Turonien supérieur au Maastrichtien. – *Bulletin de Centre Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine*, **22** (1998): 359–490.
- RÜST, D. (1898): Neue Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen des Jura und der Kreide. – *Palaeontographica*, **45**: 1–67.
- SANFILIPPO, A. & RIEDEL, W.R. (1985): Cretaceous radiolaria. – In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (Eds), *Plankton Stratigraphy* (Cambridge Earth Science Series); Cambridge (Cambridge University Press), 573–630.
- SCHMIDT-EFFING, R. (1980): Radiolarien der Mittel-Kreide aus dem Santa Elena-Massiv von Costa Rica. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **160**: 241–257.
- SLIPPER, I.J. (1998): Turonian/Coniacian Ostracoda from Dover (S.E.England). – In: *What about Ostracoda! Actes du 3e Congrès Européen des Ostracodologues*, 1996. – *Bulletin de Centre Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine, Mémoires*, **20**: 375–391.
- SQUINABOL, S. (1903): Le Radiolarie dei noduli selciosi nella Scaglia

- degli Euganei. Contribuzione I. – *Rivista Italiana di Paleontologia*, **9**: 105–151.
- SQUINABOL, S. (1904): Radiolarie cretacee degli Euganei. – *Atti e memorie dell'Accademia di scienze, lettere ed arti, Padova*, nov. ser., **20**: 171–244.
- SQUINABOL, S. (1914): Contributo alla conoscenza dei Radiolari fossili del Veneto. Appendice – Di un genera di Radiolari caratteristico del Secondario. – *Memorie dell'Istituto geologico della R. Università di Padova*, **2**: 249–306.
- STACKELBERG, U. VON (1960): Oberkreide und Alttertiär des Helvetikums am bayerischen Alpenrand im Westen von Tölz. – *Geologica Bavarica*, **41**: 3–54.
- STEIGER, E. (1998): Die Radiolarien des Campans der kalkalpinen Gosau (Lattengebirge, Bayern). – Dissertation, Fakultät Geowissenschaften Ludwig-Maximilians-Universität München, 172 S.
- TAKAHASHI, O. & ISHII, A. (1995): Radiolarian Assemblage-zones in the Jurassic and Cretaceous Sequence in the Kanto Mountains, Central Japan. – *Memoirs of the Faculty of Science Kyushu University*, Ser. D, Earth and Planetary Sciences, **24**: 49–85.
- TAN SIN HOK (1927): Over de samenstelling en het ontstaan van krijt- en mergel-gesteenten van de Molukken. – *Jaarboek van het mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indie*, jaargang **55**, 1926, verhandelingen, 3 rd. Gedeelte: 3–165.
- TUMANDA, F.P. (1989): Cretaceous radiolarian biostratigraphy in the Esashi Mountain area, Northern Hokkaido, Japan. – *Science Reports of the Institute of Geoscience, University of Tsukuba*, Sec. B., **10**: 1–44.
- VINASSA DE REGNY, P.E. (1901): Radiolari Cretacei dell'Isola di Karpathos. – *Memorie della Reale Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna*, 5. Ser., **9**: 497–512.
- VISHNEVSKAYA, V.S. (2002): New Species of Late Cretaceous Radiolarians from the Southern Koryak Upland (Northeastern Russia). – *Paleontologicheskij Zhurnal*, **5**: 3–6. [in Russ.]
- VISHNEVSKAYA, V.S. & WEVER, P. DE (1998): Upper Cretaceous Radiolaria from the Russian Platform (Moscow Basin). – *Revue de Micropaléontologie*, **41**: 235–265.
- WEVER, P. DE, DUMITRICA, P., CAULET, J.P., NIGRINI, C. & CARIDROIT, M. (2001): Radiolarians in the Sedimentary Record; London (Gordon & Breach publ.), xxi + 533 S.
- WHITE, M.P. (1928): Some index foraminifera of the Tampico embayment area of Mexico. Part 2. – *Journal of Paleontology*, **2**: 280–317.
- WU, H.R. (1986): Some new genera and species of Cenomanian Radiolaria from southern Xizang (Tibet). – *Acta Micropalaeontologica Sinica*, **3**: 347–360.
- ZITTEL, K.A. (1876): 7. Ueber einige fossile Radiolarien aus der nord-deutschen Kreide. – *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, **28**: 75–86.
-